

Suwarno



**Panduan Pembelajaran**

# **Biologi**

**Untuk SMA & MA**

**Kelas**

**X**



**PUSAT PERBUKUAN**  
Departemen Pendidikan Nasional

Suwarno

Panduan Pembelajaran

# Biologi

Untuk SMA & MA

Kelas

X



PUSAT PERBUKUAN  
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional  
Dilindungi Undang-Undang

Panduan Pembelajaran

# Biologi X

Untuk SMA & MA

**Penulis:**

Suwarno

**Editor:**

Riswanti

**Setting/Lay Out:**

Agung Wigutomo

**Perwajahan:**

Wahyudin Miftakhul Anwar

**Ilustrator:**

Adi Wahyono

**Sumber Sampul:**

Phil Askey [www. dpreview.com](http://www.dpreview.com) collection 2002

---

574.07

Suw

b

Suwarno

Panduan Pembelajaran Biologi : Untuk SMA/MA Kelas X / Penulis  
Suwarno ; Editor Riswanti ; Ilustrator Adi Wahyono. — Jakarta : Pusat  
Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009.  
viii, 234 hlm. : illus. ; 25 cm.

Bibliografi : hlm. 226

Indeks

ISBN 978-979-068-136-1 (no jld lengkap)

ISBN 978-979-068-137-8

1. Biologi-Studi dan Pengajaran 2. Riswanti 3. Wahyono, Adi  
4. Judul

---

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan  
Nasional dari Penerbit CV Karya Mandiri Nusantara

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan  
Departemen Pendidikan Nasional  
Tahun 2009

Diperbanyak oleh ....

# Kata

## Sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Februari 2009  
Kepala Pusat Perbukuan



# Kata

# Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah -Nya dalam penyelesaian buku ini.

Dalam buku ini kalian diberi bekal untuk dapat menerapkan segala ilmu yang kalian pelajari lewat materi, tugas, latihan, percobaan, evaluasi, serta portofolio.

Melalui buku ini kalian kami ajak untuk mencapai tujuan Biologi itu sendiri, yaitu:

1. Membentuk sikap positif terhadap biologi dengan menyadari keteraturan dan keindahan alam serta mengagungkan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa.
2. Memupuk sikap ilmiah yaitu jujur, objektif, terbuka, ulet, kritis, dan dapat bekerjasama dengan orang lain.
3. Mengembangkan pengalaman untuk dapat mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, serta mengomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis.
4. Mengembangkan kemampuan berpikir analisis, induktif, dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip biologi.
5. Mengembangkan penguasaan konsep dan prinsip biologi dan saling keterkaitannya dengan IPA lainnya serta mengembangkan pengetahuan, keterampilan dan sikap percaya diri.
6. Menerapkan konsep dan prinsip biologi untuk menghasilkan karya teknologi sederhana yang berkaitan dengan kebutuhan manusia.
7. Meningkatkan kesadaran dan berperan serta dalam menjaga kelestarian lingkungan.

Jadi lewat buku sederhana ini yang masih banyak kekurangannya kami mengajak kalian senantiasa belajar, belajar dan belajar, karena dengan belajarlah kalian dapat menembus cakrawala.

Dengan buku kalian selangkah lebih maju.

Jakarta, Mei 2007

Penulis

## Daftar Isi

Katalog Dalam Terbitan .....	ii
Kata Sambutan .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi .....	v
<b>Bab I Biologi bagi Kehidupan .....</b>	<b>1</b>
A. Objek Biologi .....	3
B. Cabang-cabang Biologi .....	13
C. Peran Biologi .....	14
<b>Bab II Virus .....</b>	<b>19</b>
A. Virus Organisme Aseluler .....	21
B. Struktur, Bentuk, dan Ukuran Virus .....	21
C. Klasifikasi Virus .....	22
D. Perkembangbiakan Virus .....	24
E. Peranan Virus bagi Kehidupan .....	26
<b>Bab III Archaeobacteria dan Eubacteria.....</b>	<b>31</b>
A. Prokaryot .....	33
B. Archaeobacteria .....	34
C. Eubacteria (Bakteri) .....	35
D. Bakteri dan Manusia .....	40
<b>Bab IV Protista .....</b>	<b>49</b>
A. Protista Mirip Hewan (Protozoa) .....	51
B. Protista Mirip Tumbuhan (Ganggang/Alga) .....	54
C. Protista Mirip Jamur (Jamur Protista) .....	58
<b>Bab V Fungi.....</b>	<b>63</b>
A. Zygomycotina .....	65
B. Ascomycotina .....	67
C. Basidiomycotina .....	68

D. Deuteromycotina .....	70
E. Lumut Kerak (Liken)/Lichenes .....	71
F. Mikoriza .....	72
<b>Evaluasi Semester I .....</b>	<b>76</b>
<b>Bab VI   Tingkat Keanekaragaman dalam Kehidupan .....</b>	<b>81</b>
A. Keanekaragaman Gen .....	83
B. Keanekaragaman Jenis .....	85
C. Keanekaragaman Ekosistem .....	86
<b>Bab VII   Biodiversitas Di Indonesia .....</b>	<b>93</b>
A. Manfaat Keanekaragaman Hayati .....	95
B. Keunikan Biodiversitas di Indonesia .....	95
C. Kegiatan Manusia yang Memengaruhi Keanekaragaman Hayati .....	101
<b>Bab VIII   Plantae.....</b>	<b>107</b>
A. Bryophyta (Lumut) .....	109
B. Pterydophyta (Tumbuhan Paku) .....	112
C. Spermathophyta (Tumbuhan Berbiji) .....	116
<b>Bab IX   Animalia .....</b>	<b>125</b>
A. Porifera .....	127
B. Coelenterata .....	130
C. Plathyhelminthes .....	134
D. Nemathelminthes .....	138
E. Annelida .....	140
F. Mollusca .....	143
G. Arthropoda .....	146
H. Echinodermata .....	152
I. Chordata .....	154

<b>Bab X</b>	<b>Ekosistem .....</b>	<b>163</b>
	A. Tingkat Organisasi Kehidupan dalam Ekosistem ....	165
	B. Komponen Penyusun Ekosistem .....	166
	C. Interaksi dalam Ekosistem .....	168
	D. Keseimbangan Ekosistem .....	169
	E. Suksesi .....	170
	F. Tipe-tipe Ekosistem .....	171
<b>Bab XI</b>	<b>Aliran Energi dan Daur Biogeokimia .....</b>	<b>183</b>
	A. Aliran Energi .....	185
	B. Rantai Makanan .....	185
	C. Jaring-jaring Makanan .....	186
	D. Tingkat Trofik .....	187
	E. Piramida Ekologi .....	188
	F. Daur Biogeokimia .....	189
<b>Bab XII</b>	<b>Pencemaran Lingkungan .....</b>	<b>197</b>
	A. Macam-macam Pencemaran dan Penyebabnya .....	199
	B. Perubahan Lingkungan .....	204
	C. Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan .....	206
	D. Parameter Pencemaran dalam Lingkungan .....	207
	E. Jenis-jenis Limbah dan Pemanfaatan Limbah .....	208
	<b>Evaluasi Semester II .....</b>	<b>215</b>
	<b>Evaluasi Akhir .....</b>	<b>219</b>
	<b>Glosarium .....</b>	<b>223</b>
	<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>226</b>
	<b>Indeks .....</b>	<b>227</b>





# Bab I

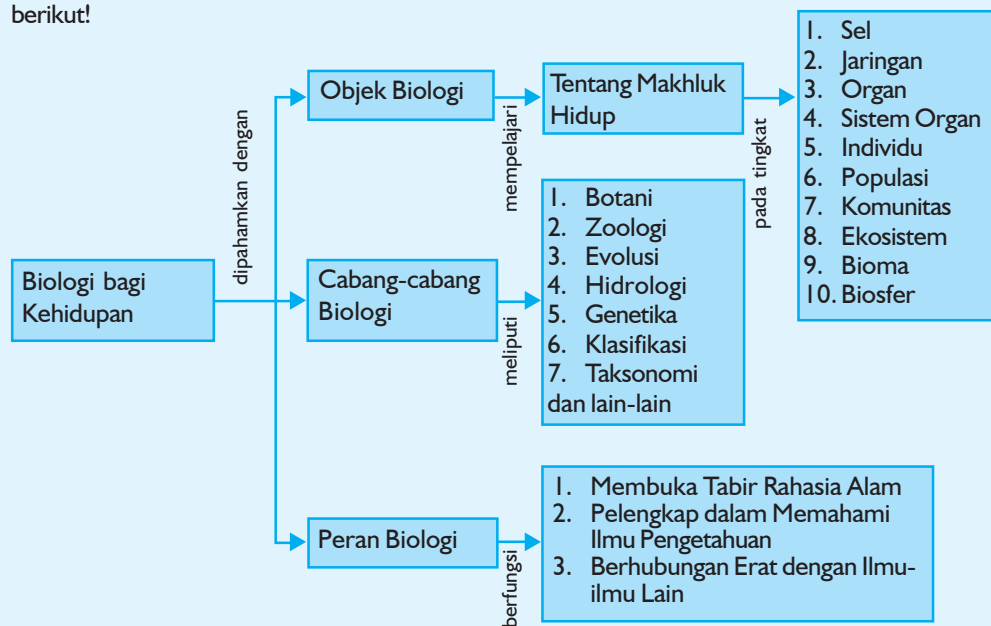
## Biologi bagi Kehidupan

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: [www.depreview.com](http://www.depreview.com)

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menerapkan ilmu biologi dan memecahkan berbagai permasalahan dalam kehidupan.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab I :

1. Objek biologi
2. Asal mula kehidupan
3. Organisasi kehidupan
4. Cabang biologi
5. Peran biologi



**Gambar 1.1** *Burung albatros*

**Sumber:** *Ilmu Pengetahuan Populer Jilid 7, 2000 : 159*

Makhluk hidup di alam semesta sangat beranekaragam, tingkah laku, cara makan, cara berkembang biak, cara hidupnya juga berlainan.

Salah satu contohnya dapat kalian lihat pada gambar di atas, dua burung albatros dalam upacara peminangannya, contoh unik ini masuk dalam kajian biologi.

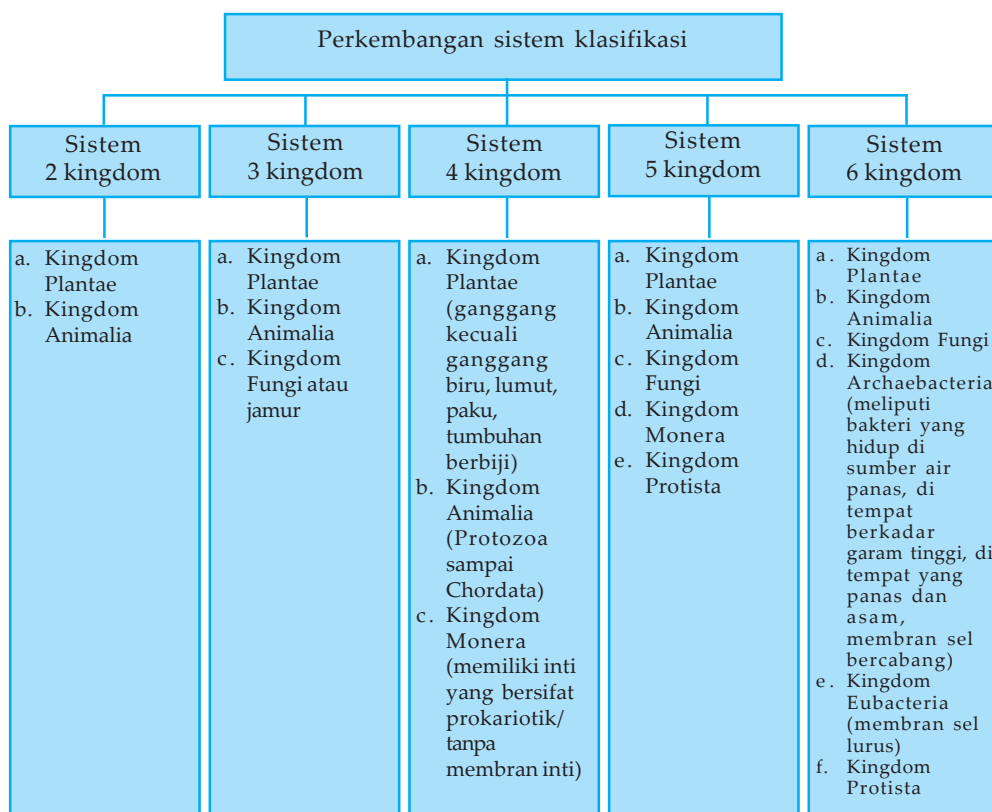
Segala sesuatu yang berhubungan dengan makhluk hidup dapat kalian temukan dalam biologi. Dalam bab ini kalian diajak menjelajahi ruang lingkup biologi.

## A. Objek Biologi

Biologi merupakan ilmu tentang makhluk hidup. Biologi termasuk salah satu ilmu tertua yang telah dikenal sejak zaman prasejarah. Ilmu ini dapat dibagi menjadi beberapa cabang ilmu, antara lain botani, zoologi, morfologi, dan fisiologi. Kajian biologi telah meluas ke ilmu-ilmu lain sehingga melahirkan beberapa cabang ilmu baru seperti biokimia dan biofisika.

Makhluk hidup di dunia ini banyak macam dan jenisnya, sehingga kesulitan untuk mempelajarinya. Untuk memudahkan dalam mengenal dan mempelajarinya maka diciptakanlah suatu sistem pengelompokan (klasifikasi makhluk hidup).

Sistem klasifikasi tersebut mengalami perkembangan dari waktu ke waktu. Mulai dari sistem 2 kingdom, sistem 3 kingdom, sistem 4 kingdom, sistem 5 kingdom, dan sistem 6 kingdom. Perhatikan bagan di bawah ini!



**Bagan** Perkembangan sistem klasifikasi

Kerjakan Tugas 1.1 dan percobaan berikut yang akan menumbuhkan etos kerja, rasa ingin tahu, kecakapan sosial, akademik, dan kecakapan vokasional kalian serta menambah wawasan kontekstual kalian!

### Tugas 1.1

1. Amati semua makhluk hidup yang ada di lingkungan sekitar kalian!
2. Catatlah hasil pengamatan kalian pada Tabel 1.1 berikut!

**Tabel 1.1 Hasil pengamatan kingdom Animalia, Plantae, dan Fungi**

Kingdom	Nama	Deskripsi
Animalia		
Plantae		
Fungi		

3. Tuliskan ciri-ciri umum masing-masing kingdom!
4. Kerjakan secara berkelompok!

### Percobaan

#### Tujuan:

Untuk mengidentifikasi jenis-jenis organisme yang termasuk kerajaan (kingdom) Protista dan Eubacteria.

#### Alat dan bahan:

1. Air selokan
2. Air sungai
3. Air kolam
4. Air rendaman jerami
5. Mikroskop
6. Kaca objek
7. Kaca penutup objek
8. Pipet tetes
9. Kapas

**Cara kerja:**

1. Buatlah sediaan dari berbagai macam air di atas!
2. Amatilah masing-masing sediaan dengan mikroskop!
3. Catatlah hasil pengamatan kalian pada Tabel 1.2 berikut!

**Tabel 1.2 Hasil pengamatan Protista dan Eubacteria**

No.	Gambar Hasil Pengamatan	Deskripsi	Nama Kingdom

4. Tuliskan ciri-ciri masing-masing kingdom!
5. Kerjakan secara berkelompok!

**1. Konsep-konsep tentang Asal Mula Kehidupan**

*Ada beberapa konsep tentang asal mula kehidupan, yaitu:*

**a. Kehidupan asalnya dari lautan**

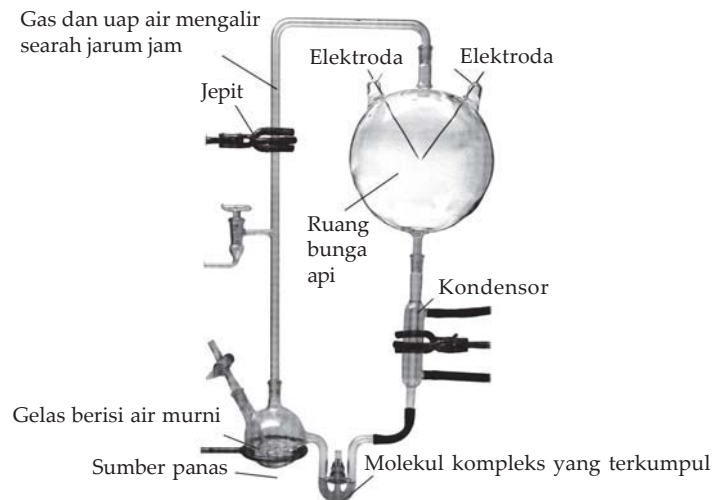
Di biosfer terdapat bermacam-macam materi yang mengandung energi. Materi dan energi yang berasal dari lereng gunung, lembah mengalir terbawa arus air ke sungai yang akhirnya menuju ke lautan.

Di lautan terkumpul materi yang berupa zat-zat kimia berupa unsur-unsur karbon (C), hidrogen ( $H_2$ ), oksigen ( $O_2$ ), dan nitrogen ( $N_2$ ). Dengan adanya gelembung larutan unsur-unsur tersebut terjadi reaksi kimia dan pada suhu tertentu akan menghasilkan zat hidup yang berupa protein. Zat hidup itu selanjutnya akan mengalami evolusi yang akhirnya menjelma menjadi makhluk hidup. Makhluk hidup yang masih sangat sederhana yang disebut virus. (Harliyono, 1999:6)



### b. Kehidupan asalnya dari udara

Teori ini telah dibuktikan oleh Prof. Urey dibantu oleh asistennya Stanley Miller. Teorinya disebut teori Urey dan percobaannya disebut percobaan Miller.



**Gambar 1.2** Percobaan Miller

Sumber: *Jendela IPTEK Jilid 11, 2001 : 55*

Senyawa-senyawa kimia yang ada di lapisan atas biosfer apabila terkena panas akan menguap. Di atmosfer terkumpul uap, hidrogen, nitrogen, oksigen, dan karbon. Pada saat terjadi halilintar yang merupakan energi listrik alam, menyebabkan uap-uap tadi dapat berhubungan dan terjadilah reaksi kimia. Hasil dari reaksi tersebut adalah zat yang berupa protein. Zat tersebut pada keadaan suhu tertentu akan menjelma menjadi zat hidup selanjutnya berkembang menjadi makhluk hidup.

## 2. Teori Asal-usul Kehidupan

Teori asal-usul kehidupan, yaitu:

### a. Teori abiogenesis (*generatio spontanea*)

Pada abad ke-17 Aristoteles menyatakan bahwa makhluk hidup itu terjadi dengan mendadak atau secara spontan (*abiogenesis* atau *generatio spontanea*). Teori ini didukung oleh Leeuwenhook (pencipta mikroskop). Secara kebetulan Leeuwenhook mengambil sedikit air yang di dalamnya terendam jerami yang busuk, ternyata di dalam air tersebut ditemukan organisme hidup. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa makhluk terjadi begitu saja berasal dari benda mati.

### **b. Teori biogenesis**

Teori ini tokohnya adalah Lazzaro Spallanzani, Francisco Redi, dan Louis Pasteur. Teori ini berhasil menggugurkan teori abiogenesis. Teori biogenesis mengemukakan bahwa makhluk hidup berasal dari makhluk hidup lain.

Semboyannya "omne vivum ex ovo, omne vivum ex vivo", yang artinya kejadian makhluk hidup berasal dari telur, kejadian makhluk hidup berasal dari makhluk hidup yang sudah ada.

Pada percobaan F. Redi menggunakan daging. Ternyata hasilnya Botol I (daging ditutup rapat) tidak ada mikroba, Botol II (ditutup dengan kain kasa) ada sedikit mikroba, Botol III (daging tidak ditutup) hasilnya banyak mikroba.

Spallanzani mengadakan percobaan dengan air kaldu yang perlakuannya sama seperti percobaan F. Redi. Hasilnya sama dengan percobaan F. Redi.

Louis Pasteur mengadakan percobaan dengan air kaldu yang ditempatkan pada labu berleher angsa. Hasil percobaannya sama dengan apa yang dilakukan F. Redi dan Spallanzani, yaitu menolak teori Abiogenesis.

## **3. Organisasi Kehidupan**

Tingkatan organisasi kehidupan dari yang terkecil sampai terbesar, yaitu:

### **a. Sel**

#### **1) Teori sel**

Sejak penemuan mikroskop sederhana oleh Antonie Van Leeuwenhook (1623 - 1723) pada abad ke-16, penelitian di bidang biologi semakin berkembang pesat, yaitu:

- a) Theodor Schwann (1810 - 1882) mengemukakan bahwa sel merupakan struktur terkecil dari hewan.
- b) Mathias Jacob Schleiden (1804 - 1881) menyatakan bahwa sel adalah struktur terkecil dari tumbuhan.

Kedua teori yang dikenal sebagai teori sel itu menjadi pedoman bagi penelitian biologi modern. Selain Schwann dan Schleiden, tokoh yang berjasa di dalam pengembangan ilmu biologi, antara lain:

- a) Baron George Cuvier (1769 - 1832), pelopor ilmu anatomi perbandingan.
- b) Carolus Linnaeus (1707 - 1778), perintis ilmu taksonomi.
- c) Johann Gregor Mendel (1822 - 1884), pelopor ilmu genetika.
- d) Charles Darwin (1809 - 1882), pencetus teori evolusi.

## 2) *Bagian-bagian sel*

### a) *Selaput plasma dan dinding sel*

Selaput plasma terdiri dari dua lapisan lipoprotein, yaitu:

- (1) Lapisan luar terdiri dari protein yang mudah dilalui oleh molekul-molekul zat kimia.
- (2) Lapisan dalam terdiri dari lemak (lipid) yang bersifat selektif (memilih) terhadap molekul-molekul zat kimia dan hanya molekul yang dapat larut dalam lemak saja yang dapat masuk.

Fungsi selaput plasma mengatur transportasi zat-zat dari sel ke sel.

Dinding sel terdapat pada sel tumbuhan. Dinding sel merupakan bagian terluar dari sel dan merupakan hasil proses hidup dari protoplasma. Dinding sel primer adalah dinding sel yang dibentuk sewaktu sel membelah, dan setelah sel mengalami penebalan berubah menjadi dinding sekunder.

Dinding sel berfungsi untuk:

- (1) Melindungi bagian sel yang berada di dalamnya.
- (2) Sebagai jalan masuk dan keluar air beserta zat-zat terlarut.
- (3) Memberi bentuk sel dan memperkokoh sel.
- (4) Bersama-sama vakuola berperan dalam menjaga turbiditas sel.

### b) *Sitoplasma*

Cairan yang dibatasi oleh selaput plasma dan terletak di luar inti sel. Di dalam sitoplasma ini terjadi proses kehidupan yang penting. Pada sitoplasma ini terdapat organel-organel sel, antara lain:

- (1) Retikulum endoplasma  
Saluran yang menghubungkan inti sel dengan sitoplasma.
- (2) Ribosom  
Sebagai tempat terjadinya sintesis protein.
- (3) Mitokondria  
Tempat terjadinya respirasi sel, untuk menghasilkan energi.
- (4) Badan golgi  
Berfungsi sebagai alat pengeluaran limbah atau zat-zat dari sel.

(5) Lisosom

Berperan dalam membunuh kuman penyakit, yang menyerang sel (alat pertahanan).

c) *Inti sel (nukleus)*

Terletak di dalam sitoplasma dibatasi oleh selaput inti/dinding inti. Di dalamnya terdapat cairan yang disebut nukleoplasma dan butir-butir inti (nukleous). Inti sel berperan sebagai pusat pengaturan segala proses yang terjadi di dalam sel. (Harliyono, 1999:25)

**b. Jaringan**

Yaitu kumpulan sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama. Jaringan pada hewan terdiri dari:

1) Jaringan epitel

Berfungsi melapisi berbagai rongga atau di saluran tubuh dan membentuk kulit yang membungkus tubuh.

2) Jaringan ikat

Berfungsi mengikat dan menghubungkan antarjaringan.

3) Jaringan rangka/tulang

Berfungsi menyokong, melindungi tubuh, dan menjadi alat gerak.

4) Jaringan darah

Berfungsi mengedarkan zat makanan dan oksigen maupun mengangkut sisa metabolisme ke alat pengeluaran.

5) Jaringan saraf

Berfungsi mengoordinasikan dan meneruskan rangsang (stimulus).

6) Jaringan otot

Berfungsi bersama dengan jaringan tulang mendukung fungsi gerak.

Jaringan pada tumbuhan terdiri dari:

1) Jaringan epidermis

Berfungsi melindungi permukaan tubuh tumbuhan.

2) Jaringan mesofil

Berfungsi membuat makanan dengan proses fotosintesis.

3) Jaringan parenkim (dilengkapi plastida)

Plastida yang terkena cahaya matahari sebagai tempat fotosintesis.

Plastida yang tidak terkena cahaya matahari sebagai cadangan makanan.

- 4) Jaringan pembuluh (berupa xilem dan floem)  
Xilem berfungsi mengangkut air dan garam-garam mineral dari akar ke daun. Floem berfungsi mengangkut hasil fotosintesis ke seluruh tubuh.
- 5) Jaringan sklerenkim  
Berfungsi menyokong dan menguatkan tubuh tumbuhan.
- 6) Jaringan meristem  
Berfungsi menghasilkan sel-sel baru untuk pertumbuhan.

Kerjakan Tugas 1.2 berikut yang akan merangsang kalian **berpikir kritis**, menumbuhkan **rasa ingin tahu**, dan mengembangkan **kecakapan hidup** kalian!

### Tugas 1.2

Apakah jaringan-jaringan pada tumbuhan di atas terdapat di setiap organ tumbuhan (akar, batang, daun, bunga, dan buah)? Apakah yang membedakannya? Carilah dari berbagai sumber! Kerjakan dalam buku tugas kalian! Kemudian diskusikan!

#### c. *Organ*

Merupakan struktur tubuh yang kompleks yang terdiri dari kumpulan jaringan.

##### 1) *Organ pada hewan*

Dibedakan menjadi 2:

- a) Organ luar, misalnya: tangan, kaki, hidung, mulut, telinga, mata.
- b) Organ dalam, misalnya: hati, ginjal, usus, jantung, paru-paru, saraf.

##### 2) *Organ pada tumbuhan*

- a) Akar  
Berfungsi menyerap air dan zat-zat makanan, memperkukuh berdirinya batang, menyimpan cadangan makanan, dan alat perkembangbiakan vegetatif.

#### Tahukah kamu?

##### **Empedu**

Empedu merupakan cairan berwarna kehijauan dan berasa pahit yang dihasilkan oleh hati. Cairan ini disimpan di dalam kantong empedu yang terletak di bawah hati. Setiap hari, hati mengekskresikan 1 liter empedu ke dalam kantong empedu. Selain mencerna dan membantu penyerapan lemak, empedu juga berperan dalam proses ekskresi karena membawa zat sisa metabolisme.

**Sumber:** Ensiklopedi Umum untuk Pelajar Jilid 4, 2005 : 70



- b) Batang  
Berfungsi sebagai tempat tumbuhnya daun, alat penyimpanan cadangan makanan, alat perkembangbiakan vegetatif, alat transportasi zat makanan dari akar ke daun dan hasil asimilasi dari daun ke seluruh bagian tumbuhan.
- c) Daun  
Berfungsi sebagai tempat fotosintesis, tempat menyimpan bahan makanan, alat perkembangbiakan vegetatif (pada tumbuhan tertentu), alat evaporasi (penguapan), dan alat respirasi (melalui stomata).
- d) Bunga  
Berfungsi sebagai alat pembentuk sel kelamin.
- e) Buah  
Berfungsi menghasilkan biji yang mengandung embrio atau lembaga sebagai alat perkembangbiakan bagi tumbuhan.

#### *d. Sistem organ*

Yaitu kelompok berbagai organ yang bekerja sama untuk melakukan suatu fungsi tertentu. Sistem organ akan membentuk organisme (individu). Contoh sistem organ, yaitu:

- 1) Sistem peredaran darah tersusun atas organ jantung, pembuluh darah, darah.
- 2) Sistem pernapasan tersusun atas organ hidung, tenggorokan, paru-paru.

Pada tumbuhan sistem organ tidak ada, sebab masing-masing organ pada tumbuhan sudah berperan secara langsung untuk kehidupan individu tumbuhan.

#### *e. Individu*

Individu (organisme) terbentuk dari beberapa sistem organ. Individu (organisme) tidak ada yang bisa menyendiri, semua berinteraksi atau sering berhubungan. Contoh individu atau organisme, yaitu seekor kambing, sebatang pohon kelapa, si Bejo.

#### **f. Populasi**

Merupakan kelompok individu dari satu spesies yang menduduki areal tertentu. Tempat tinggalnya disebut habitat. Contoh populasi, yaitu populasi manusia di Kota Surakarta, populasi kambing di padang rumput, populasi ikan tuna di laut.

#### **g. Komunitas**

Merupakan populasi semua macam spesies yang menduduki suatu habitat. Spesies dalam komunitas dapat berperan sebagai produsen, konsumen, pengurai, dan detritivor. Contoh komunitas yaitu komunitas sawah (ada populasi belalang, ada populasi padi, ada populasi ular, dan lain-lain).

#### **h. Ekosistem**

Berasal dari kata *oikos* yang berarti rumah sendiri dan *systema* yang berarti terdiri atas bagian-bagian yang utuh atau saling memengaruhi. Ekosistem adalah sistem yang dibentuk di suatu daerah, di mana komponen makhluk hidup dengan lingkungannya terdapat hubungan timbal balik atau saling memengaruhi atau sebagai satu kesatuan yang utuh.

Dalam ekosistem terdapat komponen-komponen: abiotik, produsen, konsumen, dan pengurai. Keseimbangan ekosistem tergantung kepada komposisi dan hubungan keempat komponen tersebut. Ilmu yang khusus mempelajari ekosistem disebut ekologi.

#### **i. Bioma**

Berasal dari kata *bios* yang berarti hidup. Bioma merupakan masyarakat umum dari kehidupan organisasi yang mencapai klimaks dalam suatu wilayah di permukaan bumi ini, seperti tundra (kehidupan padang lumut), savana (kehidupan di padang rumput), gurun (kehidupan di padang pasir, sebagian besar dihuni golongan kaktus), dan hutan (mencakup hutan homogen seperti hutan berdaun jarum (pinus) dan hutan heterogen yang dihuni oleh berbagai jenis tumbuhan).

Kondisi lingkungan untuk pertumbuhan tumbuhan sangat dipengaruhi oleh faktor iklim makro dan iklim mikro, karena ditentukan oleh faktor letak geografis dan intensitas cahaya matahari yang diterimanya, juga faktor ketinggian tempat-tempat.

Kerjakan Tugas 1.3 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu** kalian dan mendorong kalian untuk **mencari informasi lebih jauh** serta mengembangkan **kecakapan hidup** kalian!

### Tugas 1.3

Sebutkan contoh-contoh interaksi organisasi dalam berbagai tingkatan organisasi kehidupan! Contoh-contoh tersebut dapat kalian peroleh dari pengamatan secara langsung di lingkungan sekitar, buku-buku, media cetak, media elektronik, dan lain-lain. Susunlah di buku tugas kalian!

## B. Cabang-cabang Biologi

Biologi sebagai ilmu pengetahuan berkembang dengan pesat, hal ini ditandai dengan munculnya cabang-cabang biologi yang merupakan pengembangan ilmu-ilmu terapan untuk kegiatan tertentu.

Adapun cabang-cabang biologi antara lain:

1. Botani : mempelajari mengenai tumbuhan.
2. Zoologi : mempelajari mengenai hewan.
3. Evolusi : mempelajari perubahan makhluk hidup dari masa ke masa dalam waktu yang lama dan sangat lambat.
4. Embriologi : mempelajari perkembangan makhluk hidup mulai dari telur sampai dewasa.
5. Genetika : mempelajari cara penurunan sifat-sifat orang tua kepada keturunannya.
6. Klasifikasi : mempelajari cara mengadakan pengelompokan makhluk hidup berdasarkan kelas-kelas tertentu.
7. Taksonomi : mempelajari makhluk hidup berdasarkan takson-takson atau kelompok tertentu.
8. Anatomi : mempelajari susunan dalam dari tubuh makhluk hidup.
9. Fisiologi : mempelajari kefaalan (gejala hidup) dari makhluk hidup.
10. Morfologi : mempelajari susunan bentuk luar dari makhluk hidup.
11. Bakteriologi : mempelajari mengenai bakteri.
12. Palaentologi : mempelajari peninggalan-peninggalan zaman purbakala.

13. Ekologi : mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya.
14. Bioteknologi : mempelajari rekayasa genetika.
15. Teralogi : mempelajari tentang cara perkembangan embrio.

Kerjakan Tugas 1.4 berikut yang akan menumbuhkan **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan personal** serta **kecakapan akademik** kalian!

### Tugas 1.4

Tambahkan cabang-cabang biologi yang lain yang belum tertulis di atas!

## C. Peran Biologi

Sebagai ilmu pengetahuan, biologi tidak berdiri sendiri melainkan erat hubungannya dengan ilmu-ilmu pengetahuan yang lain, bahkan besar peranannya bila dikaitkan dengan kebutuhan manusia.

Biologi modern mampu membuka tabir rahasia alam yang banyak dijumpai dalam alam kehidupan dan sangat berguna bagi kemajuan dan kesejahteraan manusia.

Peranan biologi terhadap ilmu-ilmu lain, yaitu biologi sebagai ilmu pengetahuan tentu tidak dapat berdiri sendiri melainkan berhubungan erat dengan ilmu-ilmu lain.

Sifat hubungan itu kadangkala biologi merupakan sumber atau bagian terpenting, tapi sering juga berupa pelengkap dalam memahami suatu ilmu pengetahuan.

Kerjakan Tugas 1.5 berikut yang akan mengembangkan **wawasan produktivitas**, **keingintahuan**, dan **kecakapan hidup** kalian!

### Tugas 1.5

Diskusikan peran biologi dalam bidang pertanian, kesehatan, peternakan, pelestarian alam, dan bidang kedokteran! Kemudian buat laporan hasil diskusi tersebut!

## Rangkuman

1. Biologi adalah cabang ilmu pengetahuan alam (IPA) yang khusus mempelajari tentang makhluk hidup.
2. Tingkatan organisasi kehidupan dari yang terkecil sampai terbesar, yaitu sel, jaringan, organ, sistem organ, individu, populasi, komunitas, ekosistem, bioma.
3. Cabang-cabang biologi sangat banyak, contohnya botani, zoologi, evolusi, embriologi, genetika, klasifikasi, taksonomi, anatomi, fisiologi, morfologi, bakteriologi, palaentologi, ekologi, bioteknologi, serta teralogi.
4. Biologi sebagai ilmu pengetahuan tentu tidak dapat berdiri sendiri melainkan berhubungan erat dengan ilmu-ilmu lain, kadangkala biologi merupakan sumber atau bagian terpenting, tapi sering juga berupa pelengkap dalam memahami suatu ilmu pengetahuan.
5. Mempelajari biologi di antaranya bermanfaat dalam bidang pertanian, peternakan, dan kesehatan.



## Evaluasi

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, *d*, atau *e*!

1. Menurut sistem tiga kingdom, makhluk hidup dibagi sebagai berikut . . .
  - a. Plantae, Animalia, Monera
  - b. Plantae, Animalia, Protista
  - c. Plantae, Animalia, Fungi
  - d. Plantae, Animalia, Archaeobacteria
  - e. Plantae, Animalia, Eubacteria



2. Pencetus teori abiogenesis atau generatio spontanea adalah . . .
  - a. Francisco Redi
  - b. Louis Pasteur
  - c. Lazzaro Spallanzani
  - d. Schleiden
  - e. Aristoteles
3. Bagian sel yang berperan sebagai pusat pengaturan segala proses yang terjadi di dalam sel adalah . . .
  - a. badan golgi
  - b. mitokondria
  - c. ribosom
  - d. nukleus
  - e. retikulum endoplasma
4. Perbedaan sel hewan dan tumbuhan adalah . . .
  - a. dinding sel hewan kuat, dinding sel tumbuhan tipis
  - b. dinding sel hewan tipis, dinding sel tumbuhan kuat
  - c. sel tumbuhan tidak mempunyai vakuola, sel hewan mempunyai vakuola
  - d. sel tumbuhan tidak berplastida, sel hewan berplastida
  - e. sel tumbuhan di dalam intinya terdapat sentrosom, sel hewan tidak
5. Jaringan pada hewan, yang berfungsi mengoordinasikan dan meneruskan rangsang adalah . . .
  - a. jaringan epitel
  - b. jaringan ikat
  - c. jaringan saraf
  - d. jaringan darah
  - e. jaringan tulang
6. Jaringan mesofil pada tumbuhan berfungsi untuk . . .
  - a. melindungi permukaan tubuh tumbuhan
  - b. membuat makanan dengan proses fotosintesis
  - c. menyokong dan menguatkan tubuh tumbuhan
  - d. menghasilkan sel-sel baru untuk pertumbuhan
  - e. mengangkut hasil fotosintesis ke seluruh tubuh

7. Kelompok individu dari satu spesies yang menduduki areal tertentu disebut ....
  - a. individu
  - b. ekosistem
  - c. bioma
  - d. komunitas
  - e. populasi
8. Pada bioma tundra didominasi oleh tumbuhan ....
  - a. lumut
  - b. rumput
  - c. kaktus
  - d. tumbuhan berbunga
  - e. tumbuhan paku
9. Hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya dipelajari dalam ilmu khusus, yaitu ....
  - a. zoologi
  - b. ekologi
  - c. botani
  - d. embriologi
  - e. bioteknologi
10. Manfaat mempelajari biologi di antaranya adalah ....
  - a. menjadi takut karena terdiri berbagai cabang ilmu
  - b. menjadi kurang berkembang karena ilmu yang dikajinya terbatas
  - c. kurang memuaskan dibanding mempelajari ilmu yang lain
  - d. kurang bisa menerapkan secara langsung pada kehidupan karena terlalu umum
  - e. di bidang pertanian bisa menghasilkan varietas baru karena ada genetika, evolusi, dan taksonomi

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Sebut dan jelaskan organisasi kehidupan di bumi kita!
2. Tuliskan minimal 6 ilmu yang merupakan cabang dari biologi!
3. Jelaskan peran biologi dalam kehidupan!
4. Jelaskan perbedaan sel hewan dengan sel tumbuhan!

5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan kata-kata berikut!
- a. Botani
  - b. Bioma
  - c. Floem
  - d. Ribosom
  - e. Organ

Kerjakan tugas berikut ini yang akan mengembangkan **wawasan produktivitas, keingintahuan, dan kecakapan hidup** kalian.

### **Tugas Portofolio**

Buatlah suatu ulasan tentang manfaat mempelajari biologi bagi diri dan lingkungan kalian! Tulislah di dalam buku tugas! Waktu pengerjaan 1 minggu.

## Bab X

# Ekosistem

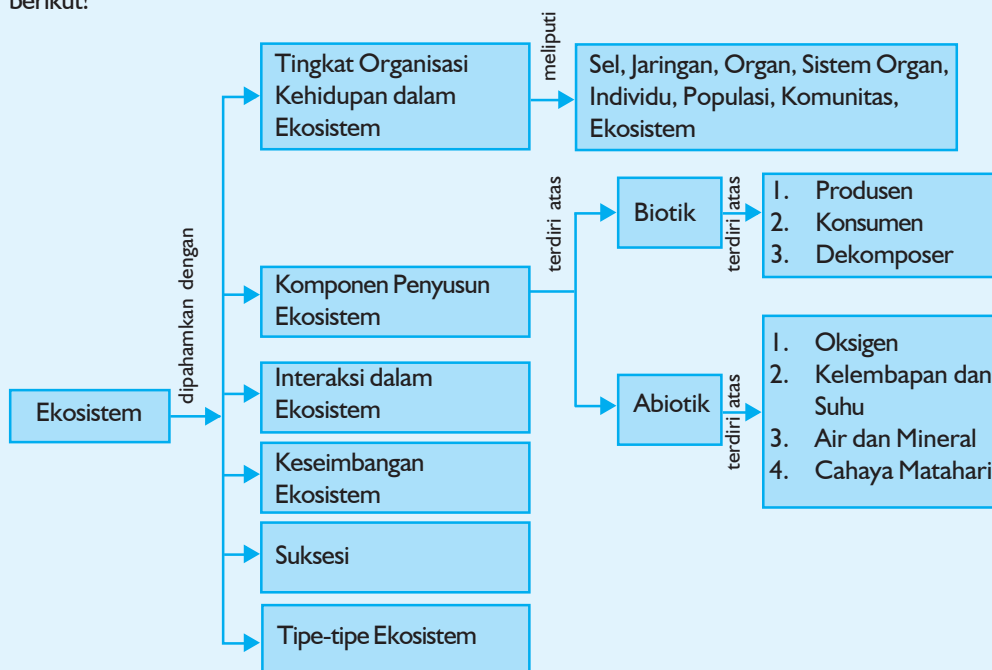


### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: [www.depreview.com](http://www.depreview.com)

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan tentang komponen penyusun ekosistem dan peranannya bagi kehidupan serta ikut berperan serta dalam menjaga keseimbangan ekosistem.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab X:

- |              |                           |
|--------------|---------------------------|
| 1. Ekosistem | 4. Interaksi              |
| 2. Biotik    | 5. Keseimbangan ekosistem |
| 3. Abiotik   | 6. Suksesi                |



**Gambar 10.1** Hubungan manusia dan tumbuhan contoh wujud nyata ekosistem

**Sumber:** *Indonesian Heritage Jilid 4, 2002 : 85*

Dalam kehidupan ini, antara satu dengan yang lain pasti saling memengaruhi dan saling berhubungan. Begitu juga antara makhluk hidup dan makhluk tidak hidup yang merupakan komponen penyusun ekosistem juga saling berhubungan. Pernahkah kalian membayangkan bahwa sebenarnya semua yang kita makan sehari-hari ini berasal dari tumbuhan? Dari manakah tumbuhan memperoleh makanan? Bagaimana peran lingkungan bagi makhluk hidup?

## A. Tingkat Organisasi Kehidupan dalam Ekosistem

Tingkat organisasi kehidupan dalam ekosistem, yaitu:

### 1. Sel

Sel sebagai unit struktural, artinya bahwa semua makhluk hidup tubuhnya tersusun dari sel. Sel sebagai unit fungsional makhluk hidup artinya bahwa sel memegang peranan yang sangat penting dalam reaksi metabolisme dalam tubuh.

### 2. Jaringan

Jaringan adalah kumpulan dari sel-sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama.

### 3. Organ

Organ adalah kumpulan dari jaringan yang memiliki fungsi tertentu.

### 4. Sistem Organ

Sistem organ adalah kumpulan dari organ-organ dalam tubuh yang mendukung suatu fungsi tertentu.

### 5. Organisme atau Individu

Organisme atau juga biasa disebut sebagai individu adalah makhluk hidup tunggal.

### 6. Populasi

Populasi adalah sekumpulan makhluk hidup sejenis yang mendiami suatu area wilayah tertentu.

### 7. Komunitas

Komunitas adalah sekumpulan populasi yang mendiami wilayah tertentu.

Kerjakan Latihan 10.1 berikut yang akan mengembangkan **kecakapan personal** dan **kecakapan akademik** kalian.

#### Latihan 10.1

Dari tingkat organisasi kehidupan, yaitu sel, jaringan, organ, sistem organ, individu, populasi, dan komunitas, berilah contohnya masing-masing pada tumbuhan dan pada hewan!

## 8. Ekosistem

Ekosistem merupakan hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungan sekitarnya. Menurut jenisnya ekosistem dibagi menjadi dua, yaitu ekosistem perairan dan ekosistem darat.

## 9. Bioma

Bioma merupakan kumpulan dari ekosistem dalam suatu wilayah tertentu. Contoh-contoh bioma, antara lain: savana, stepa, gurun, dan padang rumput.

## 10. Biosfer

Biosfer merupakan lapisan bumi tempat ekosistem berada atau biasa disebut sebagai dunia.

# B. Komponen Penyusun Ekosistem

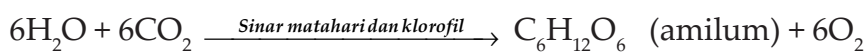
Ekosistem tersusun atas 2 komponen, yaitu komponen yang terdiri atas komponen makhluk hidup (komponen biotik) dan komponen yang terdiri atas benda mati (komponen abiotik).

### 1. Komponen Biotik

Komponen biotik merupakan komponen-komponen yang terdiri atas makhluk hidup, yang meliputi:

#### a. Produsen

Adapun yang dimaksud produsen, yaitu organisme yang mampu menyintesis makanan atau zat organik sendiri dari zat anorganik atau bersifat autotrof. Organisme yang mampu menyintesis makanan sendiri adalah tumbuhan hijau. Tumbuhan hijau yang memiliki klorofil atau zat hijau daun dengan bantuan sinar matahari mampu melakukan fotosintesis. Reaksi fotosintesis adalah sebagai berikut.



Dalam reaksi tersebut tumbuhan menggunakan cahaya matahari sebagai sumber energi dalam proses sintesa makanannya, sehingga tumbuhan hijau disebut juga organisme fotoautotrof.

#### b. Konsumen

Semua organisme yang termasuk konsumen bersifat heterotrof, karena tidak mampu menyintesis zat organik sendiri. Konsumen menggantungkan hidupnya dari zat-zat organik yang dihasilkan oleh produsen.



Berdasarkan jenis makanannya konsumen terdiri atas:

1) *Herbivora*

Merupakan organisme pemakan tumbuh-tumbuhan. Contohnya adalah sapi dan kerbau.

2) *Karnivora*

Merupakan organisme yang makanannya berupa daging. Contohnya adalah harimau, kucing, dan serigala.

3) *Omnivora*

Merupakan organisme pemakan segalanya. Contohnya manusia.

**c. *Pengurai atau dekomposer***

Merupakan organisme yang menguraikan bahan organik yang berasal dari organisme yang telah mati. Organisme yang termasuk pengurai adalah bakteri dan jamur.

**2. *Komponen Abiotik***

Komponen abiotik adalah semua faktor penyusun ekosistem yang terdiri dari benda-benda mati, antara lain oksigen, kelembapan dan suhu, air dan garam mineral, cahaya matahari, dan tingkat keasaman tanah atau pH tanah.

**a. *Oksigen***

Semua makhluk hidup dalam ekosistem membutuhkan oksigen untuk respirasi atau pernapasan. Dengan adanya oksigen, zat organik yang ada dalam tubuh akan dioksidasi untuk menghasilkan energi untuk tetap bisa bertahan hidup.

**b. *Kelembapan dan suhu***

Kelembapan dan suhu juga sangat memengaruhi keberadaan suatu organisme dalam suatu ekosistem. Kelembapan dan suhu berpengaruh terhadap hilangnya air yang terjadi melalui penguapan. Setiap organisme memiliki toleransi yang berbeda-beda terhadap suhu dan kelembapan. Pernahkah kalian mengamati habitat jamur dan lumut? Jamur dan lumut hanya mampu bertahan pada habitat yang memiliki kelembapan tinggi dan tak mampu hidup pada daerah yang panas. Suhu terendah yang masih memungkinkan organisme hidup disebut sebagai suhu minimum. Suhu yang paling sesuai dan mendukung kehidupan untuk organisme disebut sebagai suhu optimum, sedangkan suhu tertinggi yang masih dapat ditoleransi atau memungkinkan organisme hidup disebut sebagai suhu maksimum.



### c. *Air dan garam mineral*

Air merupakan penyusun tubuh setiap makhluk hidup. Sebagian besar tubuh tersusun oleh air, sehingga begitu pentingnya air bagi metabolisme kehidupan makhluk hidup. Fungsi air dalam tubuh antara lain sebagai zat pelarut dalam tubuh serta membantu metabolisme dalam tubuh. Selain itu, baik hewan maupun tumbuhan juga memerlukan garam-garam mineral. Meskipun jumlah yang dibutuhkan sedikit, namun harus ada karena tak bisa diganti oleh zat yang lain. Contohnya tumbuhan memerlukan zat besi (Fe) untuk pembentukan klorofil. Meskipun jumlahnya sedikit jika tidak ada maka klorofil tidak akan terbentuk, atau tumbuhan tersebut akan mengalami klorosis.

### d. *Cahaya matahari*

Cahaya matahari merupakan sumber energi dari semua organisme yang ada.

Kerjakan Latihan 10.2 berikut ini yang akan merangsang kalian **berpikir kritis** dan mengembangkan **kecakapan akademik** serta **kecakapan sosial**!

#### **Latihan 10.2**

Menurut kalian, bagaimanakah kehidupan di muka bumi ini, seandainya tidak ada cahaya matahari? Diskusikan dengan kelompokmu dan tulis dalam buku latihan!

### e. *Tingkat keasaman atau Ph tanah*

Tumbuhan hanya bisa hidup normal dalam suasana tanah yang tidak begitu asam dan basa atau dalam keadaan netral atau Ph 7. Apabila tanah terlalu asam (Ph kurang 7) atau terlalu basa (Ph lebih 7) pertumbuhannya akan terganggu.

## **C. Interaksi dalam Ekosistem**

Dalam ekosistem pasti ada interaksi atau hubungan timbal balik antara komponen yang satu dengan komponen yang lain. Interaksi yang ada bisa berupa interaksi yang saling menguntungkan, merugikan atau tidak berpengaruh terhadap satu dengan yang lainnya. Jenis-jenis interaksi tersebut, antara lain:

1. Simbiosis mutualisme adalah interaksi antarorganisme yang saling menguntungkan. Contoh: kupu-kupu dengan tanaman berbunga.
2. Simbiosis parasitisme adalah interaksi antarorganisme yang saling merugikan. Contoh: benda dengan tanaman inangnya.
3. Simbiosis komensalisme adalah interaksi antarorganisme yang satu diuntungkan dan yang lain tidak dirugikan. Contoh: tanaman anggrek dengan pohon yang ditumpanginya.
4. Kompetisi adalah jenis interaksi antarorganisme yang saling bersaing untuk bisa bertahan hidup. Contoh: tanaman padi dengan gulma.
5. Netralisme adalah interaksi antarindividu yang saling lepas atau tidak saling memengaruhi. Contoh: kambing dengan kucing.
6. Predatorisme adalah interaksi antarorganisme, di mana yang satu memakan yang lain. Contoh: harimau dengan rusa.

Kerjakan Latihan 10.3 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu** dan mengembangkan **kecakapan personal** serta **kecakapan akademik** kalian!

### Latihan 10.3

Sebutkan contoh lain interaksi antarorganisme dalam simbiosis mutualisme, simbiosis parasitisme, simbiosis komensalisme, kompetisi, netralisme, dan predatorisme dalam kehidupan ini!

## D. Keseimbangan Ekosistem

Dalam suatu ekosistem yang masih alami dan belum terganggu akan didapati adanya keseimbangan antara komponen-komponen penyusun ekosistem tersebut. Keadaan seperti ini disebut juga sebagai homeostatis, yaitu kemampuan ekosistem untuk dapat menahan berbagai perubahan dalam sistem secara menyeluruh. Sistem yang dimaksud meliputi penyimpanan zat hara, pertumbuhan dan perkembangan organisme yang ada, pelepasan zat hara di lingkungan, reproduksi organisme dan juga meliputi sistem penguraian jasad-jasad makhluk hidup yang telah mati.

Kerjakan Tugas 10.1 berikut yang akan merangsang kalian **berpikir kritis** dan mengembangkan **kecakapan akademik** serta **kecakapan sosial** kalian!

### **Tugas 10.1**

Meskipun dalam ekosistem memiliki kemampuan homeostatis yang besar, menurut kalian keseimbangan ekosistem tersebut apakah akan mengalami penurunan? Jelaskan penyebabnya!

## **E. Suksesi**

Seiring bertambahnya waktu, perlahan-lahan suatu ekosistem akan mengalami perubahan dari kondisi semula. Perubahan-perubahan yang terjadi tersebut sangat mudah untuk diamati dan biasanya dalam perubahan itu terdapat pergantian komunitas dalam ekosistem tersebut.

Proses perubahan ekosistem dalam kurun waktu tertentu menuju ke arah lingkungan yang lebih teratur dan stabil itulah yang disebut sebagai suksesi. Proses suksesi akan berakhir apabila lingkungan tersebut telah mencapai keadaan yang stabil atau telah mencapai klimaks. Ekosistem yang klimaks dapat dikatakan telah memiliki homeostatis, sehingga mampu mempertahankan kestabilan internalnya.

Dalam suksesi dikenal suksesi primer dan suksesi sekunder, perbedaan antara keduanya terletak pada kondisi habitat pada awal proses suksesi terjadi.

### **1. Suksesi Primer**

Suksesi primer terjadi ketika komunitas awal terganggu dan mengakibatkan hilangnya komunitas awal tersebut secara total sehingga di tempat komunitas asal tersebut akan terbentuk substrat dan habitat baru.

### **2. Suksesi Sekunder**

Apabila dalam suatu ekosistem alami mengalami gangguan, baik secara alami ataupun buatan (karena manusia), dan gangguan tersebut tidak merusak total tempat tumbuh organisme yang ada sehingga dalam ekosistem tersebut substrat lama dan kehidupan lama masih ada.

Faktor yang memengaruhi proses suksesi, yaitu:

1. Luasnya habitat asal yang mengalami kerusakan.
2. Jenis-jenis tumbuhan di sekitar ekosistem yang terganggu.
3. Kecepatan pemencaran biji atau benih dalam ekosistem tersebut.
4. Iklim, terutama arah dan kecepatan angin yang membawa biji, spora, dan benih lain serta curah hujan yang sangat berpengaruh dalam proses perkecambahan.
5. Jenis substrat baru yang terbentuk.

Kerjakan Tugas 10.2 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu, berpikir kritis**, mengembangkan **kecakapan sosial** dan **kecakapan akademik** kalian!

### Tugas 10.2

Pernakah kalian mengamati daerah yang terkena bencana alam? Misalnya daerah yang terkena banjir, tanah longsor ataupun karena letusan gunung berapi? Apakah yang bisa kalian temukan di sana? Bagaimanakah proses suksesi terjadi? Diskusikan dengan membentuk kelompok kecil, misalkan 4 atau 5 orang!

## F. Tipe-tipe Ekosistem

Secara garis besar ekosistem dibedakan menjadi ekosistem darat dan ekosistem perairan. Ekosistem perairan dibedakan atas ekosistem air tawar dan ekosistem air laut.

### 1. Ekosistem Darat

Ekosistem darat merupakan ekosistem yang lingkungan fisiknya berupa daratan. Berdasarkan letak geografisnya (garis lintangnya), ekosistem darat dibedakan menjadi beberapa bioma, yaitu:

#### a. Bioma gurun

Beberapa bioma gurun terdapat di daerah tropika (sepanjang garis balik) yang berbatasan dengan padang rumput. Ciri-ciri bioma gurun adalah gersang dan curah hujan rendah (25 cm/tahun). Suhu siang hari tinggi (bisa mencapai 45°C) sehingga penguapan juga tinggi, sedangkan malam hari suhu sangat rendah (bisa mencapai 0°C). Perbedaan suhu antara siang dan malam sangat besar. Tumbuhan semusim yang terdapat di gurun berukuran

kecil. Selain itu, di gurun dijumpai pula tumbuhan menahun berdaun seperti duri contohnya kaktus, atau tak berdaun dan memiliki akar panjang serta mempunyai jaringan untuk menyimpan air. Hewan yang hidup di gurun antara lain rodentia, ular, kadal, katak, dan kalajengking.

#### ***b. Bioma padang rumput***

Bioma ini terdapat di daerah yang terbentang dari daerah tropik ke subtropik. Ciri-cirinya adalah curah hujan kurang lebih 25-30 cm per tahun dan hujan turun tidak teratur. Porositas (peresapan air) tinggi dan drainase (aliran air) cepat. Tumbuhan yang ada terdiri atas tumbuhan terna (herba) dan rumput yang keduanya tergantung pada kelembapan. Hewannya antara lain: bison, zebra, singa, anjing liar, serigala, gajah, jerapah, kanguru, serangga, tikus, dan ular.



**Gambar 10.2** Daerah padang rumput

Sumber: CD Image

#### ***c. Bioma savana***

Merupakan padang rumput yang diselingi dengan sebatang pohon yang tumbuh jarang. Hewan yang hidup pada bioma padang rumput dan savana adalah bison, gajah, jerapah, zebra, domba, biri-biri, harimau, cheetah, serigala, dan ular.

#### ***d. Bioma hutan basah***

Bioma hutan basah terdapat di daerah tropika dan subtropik. Ciri-cirinya adalah curah hujan 200-225 cm per tahun. Spesies pepohonan relatif banyak, jenisnya berbeda antara satu dengan yang lainnya tergantung letak geografisnya. Tinggi pohon utama antara 20-40 m, cabang-cabang

pohon tinggi dan berdaun lebat hingga membentuk tudung (kanopi). Dalam hutan basah terjadi perubahan iklim mikro (iklim yang langsung terdapat di sekitar organisme). Daerah tudung cukup mendapat sinar matahari. Variasi suhu dan kelembapan tinggi (besar), suhu sepanjang hari sekitar 25°C. Dalam hutan basah tropika sering terdapat tumbuhan khas, yaitu liana (rotan), kaktus, dan anggrek sebagai epifit. Hewannya antara lain: kera, burung, badak, babi hutan, harimau, dan burung hantu.

**e. *Bioma hutan gugur***

Bioma hutan gugur terdapat di daerah beriklim sedang. Ciri-cirinya adalah curah hujan merata sepanjang tahun. Terdapat di daerah yang mengalami empat musim (dingin, semi, panas, dan gugur). Jenis pohon sedikit, dan tidak terlalu rapat. Hewannya antara lain rusa, beruang, rubah, bajing, burung pelatuk, dan rakoon (sebangsa luwak).

**f. *Bioma taiga***

Bioma taiga terdapat di belahan bumi sebelah utara dan di pegunungan daerah tropik. Ciri-cirinya adalah suhu di musim dingin rendah. Biasanya taiga merupakan hutan yang tersusun atas satu spesies seperti konifer, pinus, dan sejenisnya. Semak dan tumbuhan basah sedikit sekali. Hewannya antara lain moose, beruang hitam, ajag, dan burung-burung yang bermigrasi ke selatan pada musim gugur.

**g. *Bioma tundra***

Bioma tundra terdapat di belahan bumi sebelah utara di dalam lingkaran kutub utara dan terdapat di puncak-puncak gunung tinggi. Contoh tumbuhan yang dominan adalah sphagnum, liken, tumbuhan biji semusim, tumbuhan kayu yang pendek, dan rumput. Pada umumnya, tumbuhamnya mampu beradaptasi dengan keadaan yang dingin.

Hewan yang hidup di daerah ini ada yang menetap dan ada yang datang pada musim panas, semuanya berdarah panas. Hewan yang menetap memiliki rambut atau bulu yang tebal, contohnya muscox, rusa kutub, beruang kutub, dan insekta terutama nyamuk dan lalat hitam.

**2. *Ekosistem Air Tawar***

Ciri-ciri ekosistem air tawar antara lain variasi suhu tidak menyolok, penetrasi cahaya kurang, dan terpengaruh oleh iklim dan cuaca. Macam tumbuhan yang terbanyak adalah jenis ganggang, sedangkan lainnya, tumbuhan biji. Hampir semua filum hewan terdapat dalam ekosistem air tawar.

### a. Danau

Daerah yang dapat ditembus cahaya matahari sehingga terjadi fotosintesis disebut daerah fotik. Daerah yang tidak tertembus cahaya matahari disebut daerah afotik. Di danau juga terdapat daerah perubahan temperatur yang drastis atau termoklin. Termoklin memisahkan daerah yang hangat di atas dengan daerah dingin di dasar. Komunitas tumbuhan dan hewan tersebar di danau sesuai dengan kedalaman dan jaraknya dari tepi. Berdasarkan hal tersebut danau dibagi menjadi 4 daerah sebagai berikut.

#### 1) *Daerah litoral*

Daerah ini merupakan daerah dangkal. Cahaya matahari menembus dengan optimal. Komunitas organisme sangat beragam termasuk jenis-jenis ganggang yang melekat (khususnya diatom), berbagai siput dan remis, serangga, crustacea, ikan, amfibi, reptilia air dan semi air seperti kura-kura dan ular, itik dan angsa, dan beberapa mamalia yang sering mencari makan di danau.

#### 2) *Daerah limnetik*

Daerah ini merupakan daerah air bebas yang jauh dari tepi dan masih dapat ditembus sinar matahari. Daerah ini dihuni oleh berbagai organisme, di antaranya fitoplankton, termasuk ganggang dan sianobakteri, zooplankton yang sebagian besar termasuk Rotifera dan udang.

#### 3) *Daerah profundal*

Daerah ini merupakan daerah yang dalam, yaitu daerah afotik danau. Daerah ini dihuni oleh cacing dan mikroba.

#### 4) *Daerah bentik*

Daerah ini merupakan daerah dasar danau tempat terdapatnya bentos dan sisa-sisa organisme mati.

Danau juga dapat dikelompokkan berdasarkan produksi materi organiknya, yaitu sebagai berikut.

#### 1) *Danau oligotropik*

Oligotropik merupakan sebutan untuk danau yang dalam dan kekurangan makanan, karena fitoplankton di daerah limnetik tidak produktif. Ciri-cirinya, airnya jernih sekali, dihuni oleh sedikit organisme, dan di dasar air banyak terdapat oksigen sepanjang tahun.



## 2) *Danau eutropik*

Eutropik merupakan sebutan untuk danau yang dangkal dan kaya akan kandungan makanan, karena fitoplankton sangat produktif. Ciri-cirinya adalah airnya keruh, terdapat bermacam-macam organisme, dan oksigen terdapat di daerah profundal.

### **b. Sungai**

Komunitas yang berada di sungai berbeda dengan danau. Air sungai yang mengalir deras tidak mendukung keberadaan komunitas plankton untuk berdiam diri, karena akan terbawa arus. Sebagai gantinya terjadi fotosintesis dari ganggang yang melekat dan tanaman berakar, sehingga dapat mendukung rantai makanan.

Komposisi komunitas hewan juga berbeda antara sungai, anak sungai, dan hilir. Di anak sungai sering dijumpai makhluk air tawar. Di hilir sering dijumpai ikan gurami. Beberapa sungai besar dihuni oleh berbagai kura-kura dan ular. Khusus sungai di daerah tropis, dihuni oleh buaya dan lumbalumba.

Organisme sungai dapat bertahan tidak terbawa arus karena mengalami adaptasi evolusioner. Misalnya bertubuh tipis dorsoventral dan dapat melekat pada batu.

## **3. Ekosistem Air Laut**

Ekosistem air laut dibedakan atas lautan, pantai, estuari, dan terumbu karang.

### **a. Laut**

Habitat laut (oseanik) ditandai oleh salinitas (kadar garam) yang tinggi dengan ion Cl mencapai 55% terutama di daerah laut tropik, karena suhunya tinggi dan penguapan besar. Di daerah tropik, suhu laut sekitar 25°C.

Di daerah dingin, suhu air laut merata sehingga air dapat bercampur, maka daerah permukaan laut tetap subur dan banyak plankton serta ikan. Gerakan air dari pantai ke tengah menyebabkan air bagian atas turun ke bawah dan sebaliknya, sehingga memungkinkan terbentuknya rantai makanan yang berlangsung baik. Habitat laut dapat dibedakan berdasarkan kedalamannya dan wilayah permukaannya secara horizontal.



- 1) Menurut kedalamannya, ekosistem air laut dibagi sebagai berikut, yaitu:
  - a) Litoral  
Merupakan daerah yang berbatasan langsung dengan daratan.
  - b) Neartik  
Merupakan daerah yang masih bisa ditembus sinar matahari, bagian dasar dalamnya  $\pm 300$  m.
  - c) Batial  
Merupakan daerah yang dalamnya berkisar antara 200-2500 m.
  - d) Abisal  
Merupakan daerah yang lebih jauh dan lebih dalam dari pantai (1.500-10.000 m).
- 2) Menurut wilayah permukaannya secara horizontal berturut-turut dari tepi laut menuju ke tengah, laut dibedakan sebagai berikut:
  - a) Epipelagik  
Merupakan daerah antara permukaan dengan kedalaman air sekitar 200 m.
  - b) Mesopelagik  
Merupakan daerah di bawah epipelagik dengan kedalaman 200-1000 m. Hewan yang hidup di daerah misalnya adalah ikan hiu.
  - c) Batiopelagik  
Merupakan daerah dengan kedalaman 200-2.500 m. Hewan yang hidup di daerah ini misalnya adalah gurita.
  - d) Abisal pelagik  
Merupakan daerah dengan kedalaman mencapai 4.000 m, di daerah ini tidak terdapat tumbuhan tetapi hewan masih ada. Sinar matahari tidak mampu menembus daerah ini.
  - e) Hadal pelagik  
Merupakan bagian laut terdalam (dasar). Kedalaman lebih dari 6.000 m. Sebagai produsen di tempat ini adalah bakteri yang bersimbiosis dengan karang tertentu.

#### **b. Pantai**

Ekosistem pantai dipengaruhi oleh siklus harian pasang surut laut. Organisme yang hidup di pantai memiliki adaptasi struktural sehingga dapat melekat erat di substrat keras. Daerah paling atas pantai hanya terendam saat pasang naik tinggi. Daerah ini dihuni oleh beberapa jenis ganggang, molusca, dan remis.

Daerah tengah pantai terendam saat pasang tinggi dan pasang rendah. Daerah ini dihuni oleh ganggang, porifera, anemon laut, remis dan kerang, siput herbivora dan karnivora, kepiting, landak laut, bintang laut, dan ikan-ikan kecil.

Daerah pantai terdalam terendam saat air pasang maupun surut. Daerah ini dihuni oleh beragam invertebrata dan ikan serta rumput laut. Komunitas tumbuhan berturut-turut dari daerah pasang surut ke arah darat dibedakan sebagai berikut.

1) *Komunitas pes caprae*

Dinamakan demikian karena yang paling banyak tumbuh di gundukan pasir adalah tumbuhan *Ipomoea pes caprae* yang tahan terhadap hempasan gelombang dan angin, tumbuhan ini menjalar dan berdaun tebal. Tumbuhan lainnya adalah *Spinifex littorius* (rumput angin), *Vigna*. Lebih ke arah darat lagi ditumbuhi *Crinum asiaticum* (bakung), *Pandanus tectorius* (pandan).

2) *Formasi baringtonia*

Daerah ini didominasi tumbuhan baringtonia, termasuk di dalamnya *Wedelia*, *Thespesia*, *Terminalia*, *Guettarda*, dan *Erythrina*. Bila tanah di daerah pasang surut berlumpur, maka kawasan ini berupa hutan bakau yang memiliki akar napas. Adapun yang termasuk tumbuhan di hutan bakau antara lain *Nypa*, *Acathus*, dan *Cerbera*.

c. *Estuari*

Estuari (muara) merupakan tempat bersatunya sungai dengan laut. Estuari sering dipagari oleh lempengan lumpur intertidal yang luas atau rawa garam. Salinitas air berubah secara bertahap mulai dari daerah air tawar ke laut. Salinitas ini juga dipengaruhi oleh siklus harian dengan pasang surut airnya. Nutrien dari sungai memperkaya estuari.

Komunitas tumbuhan yang hidup di estuari antara lain rumput rawa garam, ganggang, dan fitoplankton. Komunitas hewannya antara lain berbagai cacing, kerang, kepiting, dan ikan. Estuari juga merupakan tempat mencari makan bagi vertebrata semi air, yaitu unggas air.

**Tahukah kamu?**

Perairan Indonesia berfungsi sebagai daerah perpindahan yang penting bagi lebih dari 30 spesies mamalia laut, terutama di bagian timur Indonesia. Lebih dari sepertiga dari seluruh spesies paus dan lumba-lumba dapat dijumpai di laut Indonesia, termasuk paus biru yang langka dan terancam punah. Ancaman utama terhadap spesies ini mencakup penangkapan yang tidak sengaja, terdampar, perburuan, dan rusaknya habitat laut mereka. Akankah kita biarkan laut yang kaya ini semakin rusak tanpa adanya usaha pencegahan dan perbaikan?

Sumber: [www.kompas.com](http://www.kompas.com), 2006

#### d. *Terumbu karang*

Terumbu karang didominasi oleh karang (koral) yang merupakan kelompok Cnidaria yang menyekresikan kalsium karbonat. Rangka dari kalsium karbonat ini bermacam-macam bentuknya dan menyusun substrat tempat hidup karang lain dan ganggang. Hewan-hewan yang hidup di karang memakan organisme mikroskopis dan sisa organik lain. Berbagai invertebrata, mikro organisme, dan ikan, hidup di antara karang dan ganggang. Herbivora seperti siput, landak laut, ikan, menjadi mangsa bagi gurita, bintang laut, dan ikan karnivora.

Kerjakan Latihan 10.4 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu**, **berpikir kritis**, dan mengembangkan **kecakapan personal** serta **kecakapan akademik** kalian!

#### Latihan 10.4

Di daerah air tawar dan air laut, salah satu komponen penyusunnya adalah ikan yang bertindak sebagai konsumen. Menurut kalian, bagaimanakah ikan dapat bertahan hidup di daerah tersebut?

Lakukan percobaan berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja**, **rasa ingin tahu**, mengembangkan **kecakapan sosial**, dan **kecakapan vokasional** serta menambah **wawasan kontekstual** kalian!

#### Percobaan

##### Alat dan bahan:

1. Tali
2. Patok
3. Alat tulis
4. Kalkulator

##### Cara kerja:

1. Bagilah kelas menjadi beberapa kelompok, masing-masing kelompok mendapatkan lokasi yang berbeda (tempat teduh dan tempat terbuka)!
2. Lokasi tersebut kemudian diukur dengan ukuran 1 x 1 meter.
3. Amatilah komponen-komponen penyusun ekosistem dalam area!

4. Perluaslah ukuran plot menjadi 2 x 2 meter dan 4 x 4 meter!
5. Amatilah kembali komponen-komponen penyusun ekosistemnya!
6. Catatlah hasilnya!

**Pertanyaan:**

1. Apakah ada perbedaan komponen penyusun ekosistem pada daerah terbuka dengan daerah teduh? Jelaskan faktor penyebabnya!
2. Bagaimana perbandingan jumlah komponen penyusun ekosistem pada tiap ukuran plot? Jelaskan!
3. Komponen apa saja yang kalian temukan di sana?

## Rangkuman

1. Tingkatan-tingkatan satuan makhluk hidup dalam ekosistem meliputi sel, jaringan, organ, sistem organ, individu, populasi, komunitas, ekosistem, bioma, dan biosfer.
2. Suatu ekosistem disusun oleh komponen yang terdiri dari makhluk hidup atau komponen biotik dan komponen yang terdiri dari benda mati atau komponen abiotik.
3. Dalam suatu ekosistem pasti terdapat interaksi, baik antara makhluk hidup dengan benda mati atau antarmakhluk hidup.
4. Sukseksi ada dua, yaitu suksesi primer dan suksesi sekunder.

**A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!**

1. Ekologi merupakan ilmu yang mempelajari hubungan ....
  - a. manusia dengan organisme-organisme yang berada di sekelilingnya
  - b. suatu organisme dengan organisme lainnya
  - c. organisme dengan keadaan sekelilingnya
  - d. manusia dengan organisme patogen
  - e. komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem
2. Sekelompok padi yang hidup pada sebidang tanah menurut konsep dalam ekologi merupakan ....
  - a. spesies
  - b. individu
  - c. populasi
  - d. komunitas
  - e. ekosistem
3. Makhluk hidup sebagai komponen biotik dengan komponen abiotik merupakan satu kesatuan yang disebut sebagai ....
  - a. ekosistem
  - b. bioma
  - c. biosfer
  - d. habitat
  - e. komunitas
4. Sistem bercocok tanam monokultur pada dasarnya sangat merugikan, di antaranya adalah ....
  - a. meningkatkan sistem keanekaragaman hayati yang ada
  - b. meningkatkan kesuburan tanah
  - c. jumlah hama yang menyerang tanaman menjadi semakin berkurang
  - d. dapat mengembalikan kualitas tanah menjadi lebih baik
  - e. sistem keanekaragaman hayati semakin berkurang sehingga memengaruhi sistem keseimbangan ekologi

5. Suatu daerah yang memiliki vegetasi yang khas karena pengaruh ketinggian dan garis lintang disebut . . .
  - a. ekosistem
  - b. populasi
  - c. habitat
  - d. bioma
  - e. biosfer
6. Hubungan yang terjadi antara seekor kambing dan lembu dalam suatu padang rumput adalah . . .
  - a. portokooperasi
  - b. alelopati
  - c. simbiosis
  - d. parasitisme
  - e. kompetisi
7. Di bawah ini yang termasuk agroekosistem adalah . . .
  - a. sawah, danau, hutan, dan laut
  - b. sawah, ladang, kebun, dan tambak
  - c. laut, sawah, ladang, dan danau
  - d. danau, rawa, ladang, dan pekarangan
  - e. hutan, laut, danau, dan rawa
8. Di dalam ekosistem ada padi, tikus, ular, dan elang. Apabila populasi padi menurun dari pernyataan berikut ini yang benar adalah . . .
  - a. ekosistem tetap seimbang
  - b. terjadi ledakan tikus dan elang
  - c. tidak berpengaruh terhadap populasi tikus dan ular
  - d. populasi tikus, ular, elang menurun
  - e. rantai makanan akan berjalan terus
9. Pada ekosistem laut, daerah yang memiliki komponen biotik tingkat produsen yang paling tinggi jumlahnya adalah . . .
  - a. abisal
  - b. batial
  - c. fotik
  - d. afotik
  - e. termoklin

10. Makhluk hidup yang mampu menguraikan sampah organik yang berasal dari tumbuhan mati dan bangkai ialah . . . .
- bakteri dan jamur
  - bakteri dan ganggang
  - jamur dan rayap
  - ganggang dan cacing tanah
  - cacing tanah dan ulat

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

- Sebut dan jelaskan satuan organisme penyusun ekosistem!
- Jelaskan perbedaan antara suksesi primer dan suksesi sekunder!
- Jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi kecepatan suksesi dalam ekosistem!
- Jelaskan penggolongan organisme air berdasarkan kebiasaan hidupnya!
- Jelaskan yang dimaksud dengan homeostatis dalam ekosistem!

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja, rasa ingin tahu**, mengembangkan **kecakapan sosial**, dan menambah **wawasan kontekstual** sosial!

**Tugas Portofolio**

Lakukanlah kegiatan berikut ini!  
Pergilah kalian ke ekosistem sawah, sungai, padang rumput, dan kebun yang ada di sekitar daerah kalian! Temukanlah perbedaan yang ada pada masing-masing lokasi tersebut meliputi komponen biotik dan abiotiknya! Buatlah laporannya dan kerjakan secara berkelompok!

## Bab XI

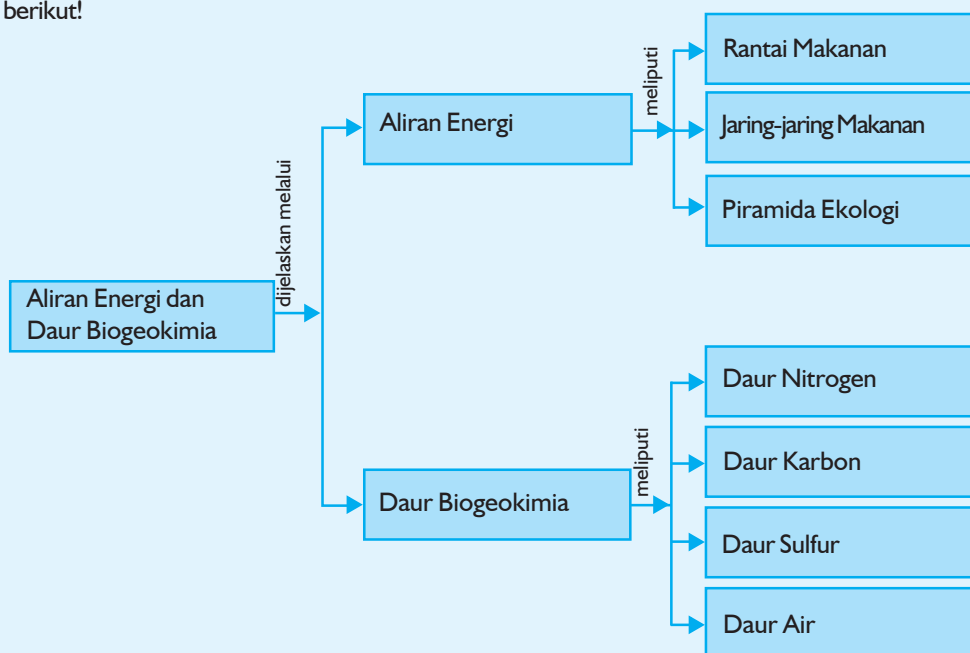
# Aliran Energi dan Daur Biogeokimia

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: [www.depreview.com](http://www.depreview.com)

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan aliran energi dan daur biogeokimia di dalam kehidupan dan ikut berperan serta dalam menjaga keseimbangan aliran energi dan daur biogeokimia.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab XI:

- |                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| 1. Energi                | 4. Trofik           |
| 2. Rantai makanan        | 5. Piramida Ekologi |
| 3. Jaring-jaring makanan | 6. Daur biogeokimia |





**Gambar 11.1** Dalam kegiatan belajar memerlukan energi untuk berpikir

Sumber: Dok. Penerbit

Dalam kehidupan sehari-hari, tentunya kalian memerlukan energi, misalnya untuk berpikir, begitu juga dengan hewan, tumbuhan, ataupun mikroorganisme, semuanya memerlukan energi dan berbagai bahan dari lingkungannya untuk dapat terus bertahan hidup. Dalam hukum termodinamika pertama dijelaskan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan tetapi energi bisa diubah dari bentuk energi yang satu ke bentuk energi yang lain. Dalam hukum termodinamika yang kedua dijelaskan bahwa dalam setiap perubahan bentuk energi tersebut akan terjadi degradasi energi dari bentuk energi yang terpusat menjadi bentuk energi yang terpecah. Dari sini dapat disimpulkan bahwa ada sebagian energi yang lepas ke dalam lingkungan. Bagaimanakah aliran energi tersebut? Bagaimana pula daur biogeokimia yang dibutuhkan oleh setiap makhluk hidup?

## A. Aliran Energi

Matahari merupakan sumber energi bagi seluruh makhluk hidup yang ada di bumi ini. Tumbuhan hijau, tanpa bantuan sinar matahari tidak akan mampu berfotosintesis untuk menyusun bahan organik yang akan dimanfaatkan oleh semua organisme.

Energi kimia yang disimpan oleh tumbuhan hijau sebagai produsen akan berpindah ke konsumen I, lalu ke konsumen II, ke konsumen III, dan sampai ke konsumen ke- $n$ . Energi berpindah dari produsen ke konsumen dan berakhir pada pengurai yang akan melepaskan energi yang telah diuraikan dari sisa makhluk hidup yang telah mati dalam bentuk energi panas ke lingkungan. Aliran energi merupakan rangkaian urutan pemindahan bentuk energi satu ke bentuk energi yang lain dimulai dari sinar matahari lalu ke produsen, konsumen, sampai ke pengurai di dalam tanah. Organisme memerlukan energi untuk mendukung kelangsungan hidupnya, antara lain untuk proses pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi, bergerak, dan metabolisme yang ada dalam tubuh.

Kerjakan Latihan 1.1 berikut yang akan merangsang kalian **berpikir kritis** dan mengembangkan **kecakapan personal** serta **kecakapan akademik**!

### Latihan 1.1

Setiap makhluk hidup (hewan, tumbuhan, dan manusia) memerlukan energi untuk dapat melakukan aktivitas dalam hidupnya. Dari manakah energi tersebut didapatkan dan bagaimanakah prosesnya? Diskusikan dengan teman kalian!

## B. Rantai Makanan

Suatu organisme hidup akan selalu membutuhkan organisme lain dan lingkungan hidupnya. Hubungan yang terjadi antara individu dengan lingkungannya (dalam ekosistem) sangat kompleks, bersifat saling memengaruhi atau timbal balik.

Rantai makanan adalah pengalihan energi dari sumbernya, yaitu tumbuhan melalui sederetan organisme yang makan dan yang dimakan.

Para ilmuwan ekologi mengenal tiga macam rantai pokok, yaitu rantai pemangsa (*grazing*), rantai parasit, dan rantai saprofit.

### 1. Rantai Pemangsa (*Grazing*)

Dalam rantai pemangsa ini, asalnya tetap, yaitu dari tumbuhan sebagai produsen. Rantai pemangsa dimulai dari hewan pemakan tumbuhan atau herbivora sebagai konsumen I, kemudian hewan pemakan daging atau karnivora sebagai konsumen II, dan terakhir adalah hewan pemangsa karnivora ataupun herbivora sebagai konsumen terakhir.

### 2. Rantai Parasit

Rantai parasit ini dimulai dari organisme yang hidup secara parasit atau merugikan organisme lain. Contohnya adalah rantai makanan yang dimulai dari benalu dan cacing parasit.

### 3. Rantai Saprofit

Rantai saprofit berasal dari organisme yang sumber makanannya dari sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati. Contohnya adalah rantai makanan yang dimulai dari jamur dan bakteri.

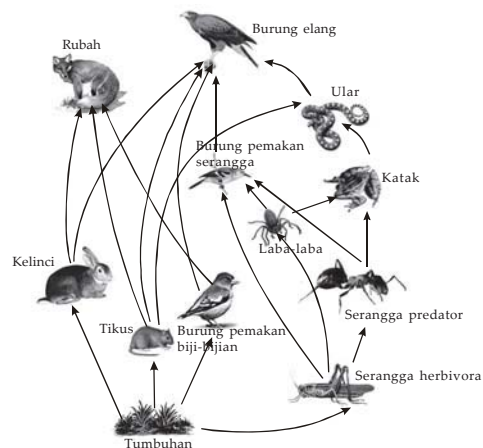
Kerjakan Latihan 11.2 berikut yang akan merangsang kalian untuk **berpikir kritis** dan mengembangkan **kecakapan akademik** kalian!

#### Latihan 11.2

Apakah yang akan terjadi pada rantai makanan jika organisme pada tingkat tertentu punah?

## C. Jaring-jaring Makanan

Dalam suatu ekosistem tidak hanya terdapat satu rantai makanan saja tetapi sekian banyak rantai makanan. Jadi, jaring-jaring makanan adalah kumpulan dari beberapa rantai makanan yang kompleks.



Gambar 11.2 Jaring-jaring makanan dalam ekosistem

(Sumber: Dok. Penerbit)

Kerjakan Latihan 11.3 berikut yang menumbuhkan **rasa ingin tahu**, mengembangkan **kecakapan personal**, dan **kecakapan akademik** kalian!

### Latihan 11.3

Bagaimanakah jaring-jaring makanan dalam suatu ekosistem akan stabil? Jelaskan!

## D. Tingkat Trofik

Salah satu cara suatu komunitas berinteraksi adalah dengan peristiwa makan dan dimakan, sehingga akan terjadi aliran energi dari satu bentuk ke bentuk lain sepanjang rantai makanan.

Organisme dalam kelompok ekologis yang terlibat dalam rantai makanan digolongkan dalam tingkat-tingkat trofik. Tingkat trofik tersusun dari seluruh organisme pada rantai makanan yang bernomor sama dalam tingkat memakan.

Tumbuhan sebagai produsen digolongkan dalam tingkat trofik pertama. Hewan herbivora atau organisme yang memakan tumbuhan termasuk anggota tingkat trofik kedua. Karnivora yang secara langsung memakan herbivora termasuk tingkat trofik ketiga, sedangkan karnivora yang memakan karnivora di tingkat trofik tiga termasuk dalam anggota tingkat trofik keempat.

Kerjakan Tugas 11.1 berikut yang menumbuhkan **etos kerja**, **rasa ingin tahu**, dan mengembangkan **kecakapan sosial** serta menambah **wawasan kontekstual** kalian!

### Tugas 11.1

Lakukan pengamatan pada ekosistem sawah! Sebutkan organisme-organisme dalam setiap tingkatan trofik pada ekosistem sawah! Hasilnya tulis dalam buku tugas! Kerjakan secara berkelompok!

## E. Piramida Ekologi

Struktur trofik pada ekosistem dapat disajikan dalam bentuk piramida ekologi. Ada tiga jenis piramida ekologi, yaitu piramida jumlah individu, piramida biomassa, dan piramida energi.

### 1. Piramida Jumlah Individu

Piramida jenis ini memberikan gambaran tentang jumlah individu pada setiap trofik pada piramida ekologi.

Kerjakan Latihan 11.4 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu** dan mengembangkan **kecakapan personal** kalian!

#### Latihan 11.4

Jika kalian amati, bagaimanakah jumlah individu pada tingkatan trofik di suatu ekosistem?

### 2. Piramida Biomassa

Piramida biomassa menggambarkan ukuran berat materi organisme pada setiap trofik dalam satuan berat. Piramida biomassa hasilnya lebih akurat daripada piramida jumlah individu. Untuk mengukur berat pada setiap trofik maka rata-rata berat organisme di tiap trofik harus diukur kemudian barulah jumlah organisme pada setiap trofik, tersebut dapat diperkirakan.

### 3. Piramida Energi

Seringkali piramida biomassa tidak selalu memberi informasi yang kita butuhkan tentang ekosistem tertentu. Lain dengan piramida energi yang dibuat berdasarkan observasi yang dilakukan dalam waktu yang lama. Piramida energi mampu memberikan gambaran paling akurat tentang aliran energi dalam ekosistem.

Kerjakan Tugas 11.2 berikut yang akan merangsang kalian **berpikir kritis** dan mengembangkan **kecakapan sosial** kalian!

#### Tugas 11.2

Diskusikan dengan kelompok kalian! Apakah pada piramida energi terjadi penurunan sejumlah energi berturut-turut yang tersedia di tiap tingkat trofik? Jelaskan penyebabnya!

## F. Daur Biogeokimia

Unsur-unsur seperti karbon, nitrogen, fosfor, belerang, hidrogen, dan oksigen adalah beberapa di antara unsur yang penting bagi kehidupan. Unsur-unsur tersebut diperlukan oleh makhluk hidup dalam jumlah yang banyak, sedangkan unsur yang lain hanya dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit.

Meskipun setiap saat unsur-unsur yang ada tersebut dimanfaatkan oleh organisme, keberadaan unsur-unsur tersebut tetap ada. Hal tersebut dikarenakan, unsur yang digunakan oleh organisme untuk menyusun senyawa organik dalam tubuh organisme, ketika organisme-organisme tersebut mati, unsur-unsur penyusun senyawa organik tadi oleh pengurai akan dikembalikan ke alam, baik dalam tanah ataupun dikembalikan lagi ke udara. Jadi, dalam proses tersebut melibatkan makhluk hidup, tanah, dan reaksi-reaksi kimia di dalamnya. Itulah yang dimaksud sebagai daur biogeokimia.

Kerjakan latihan 11.5 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu** dan mengembangkan **kecakapan personal** serta **kecakapan akademik** kalian!

### Latihan 11.5

Sebutkan unsur-unsur yang diperlukan oleh makhluk hidup dalam jumlah yang banyak dan sebutkan unsur-unsur yang diperlukan oleh makhluk hidup dalam jumlah sedikit!

Berikut ini akan dibahas macam-macam daur biogeokimia yang ada di alam ini, antara lain:

#### 1. Daur Nitrogen

Gas nitrogen ikatannya stabil dan sulit bereaksi, sehingga tidak bisa dimanfaatkan secara langsung oleh makhluk hidup. Nitrogen dalam tubuh makhluk hidup merupakan komponen penyusun asam amino yang akan membentuk protein.

Nitrogen bebas juga dapat bereaksi dengan hidrogen atau oksigen dengan bantuan kilat atau petir membentuk nitrat ( $\text{NO}_3$ ). Tumbuhan menyerap nitrogen dalam bentuk nitrit ataupun nitrat dari dalam tanah untuk menyusun protein dalam tubuhnya. Ketika tumbuhan dimakan oleh herbivora, nitrogen yang ada akan berpindah ke tubuh hewan tersebut

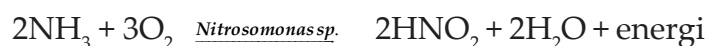


bersama makanan. Ketika tumbuhan dan hewan mati ataupun sisa hasil ekskresi hewan (urine) akan diuraikan oleh dekomposer menjadi amonium dan amonia. Oleh bakteri nitrit (contohnya *Nitrosomonas*), amonia akan diubah menjadi nitrit, proses ini disebut sebagai nitritasi. Kemudian, nitrit dengan bantuan bakteri nitrat (contohnya *Nitrobacter*) akan diubah menjadi nitrat, proses ini disebut sebagai proses nitrifikasi. Peristiwa proses perubahan amonia menjadi nitrit dan nitrat dengan bantuan bakteri disebut sebagai proses nitrifikasi. Adapula bakteri yang mampu mengubah nitrit atau nitrat menjadi nitrogen bebas di udara, proses ini disebut sebagai denitrifikasi. Di negara-negara maju, nitrogen bebas dikumpulkan untuk keperluan industri.

Selain karena proses secara alami melalui proses nitrifikasi, penambahan unsur nitrogen di alam dapat juga melalui proses buatan melalui pemupukan.

Reaksi kimia pada proses nitrifikasi adalah sebagai berikut.

a. Proses nitritasi



b. Proses nitrifikasi



Kerjakan latihan 11.6 berikut yang akan merangsang kalian **berpikir kritis** dan mengembangkan **kecakapan personal** serta **kecakapan akademik** kalian!

*Nitrosomonas*

### Latihan 11.6

Mengapa tumbuhan polong-polongan dapat meningkatkan kesuburan tanah? Jelaskan prosesnya!

## 2. Daur Fosfor

Unsur fosfor merupakan unsur yang penting bagi kehidupan, tetapi persediaannya sangat terbatas. Dengan kemampuannya untuk membentuk ikatan kimia berenergi tinggi, fosfor sangat penting dalam transformasi energi pada semua organisme.

Sumber fosfor terbesar dari batuan dan endapan-endapan yang berasal dari sisa makhluk hidup. Sumber ini lambat laun akan mengalami pelapukan dan erosi, bersamaan dengan itu fosfor akan dilepaskan ke dalam ekosistem. Tetapi sebagian besar senyawa fosfor akan hilang ke perairan dan diendapkan.

Fosfor dalam tubuh merupakan unsur penyusun tulang, gigi, DNA atau RNA, dan protein. Daur fosfor dimulai dari adanya fosfat anorganik yang berada di tanah yang diserap oleh tumbuhan. Hewan yang memakan tumbuhan akan memperoleh fosfor dari tumbuhan yang dimakannya. Tumbuhan atau hewan yang mati ataupun sisa ekskresi hewan (urine dan feses) yang berada di tanah, oleh bakteri pengurai akan menguraikan fosfat organik menjadi fosfat anorganik yang akan dilepaskan ke ekosistem.

### 3. Daur Belerang (Sulfur)

Belerang dalam tubuh organisme merupakan unsur penyusun protein. Di alam, sulfur (belerang) terkandung dalam tanah dalam bentuk mineral tanah dan di udara dalam bentuk  $\text{SO}_2$  atau gas sulfur dioksida. Ketika gas sulfur dioksida yang berada di udara bersenyawa dengan oksigen dan air, akan membentuk asam sulfat yang ketika jatuh ke tanah akan menjadi bentuk ion-ion sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Kemudian ion-ion sulfat tadi akan diserap oleh tumbuhan untuk menyusun protein dalam tubuhnya. Ketika manusia atau hewan memakan tumbuhan, maka akan terjadi perpindahan unsur belerang dari tumbuhan ke tubuh hewan atau manusia. Ketika hewan atau tumbuhan mati, jasadnya akan diuraikan oleh bakteri dan jamur pengurai dan menghasilkan bau busuk, yaitu gas hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) yang akan dilepas ke udara dan sebagian tetap ada di dalam tanah. Gas hidrogen sulfida yang ada di udara akan bersenyawa dengan oksigen membentuk sulfur oksida, dan yang di tanah oleh bakteri tanah akan diubah menjadi ion sulfat dan senyawa sulfur oksida yang nanti akan diserap kembali oleh tumbuhan.

### 4. Daur Karbon

Sumber-sumber  $\text{CO}_2$  di udara berasal dari respirasi manusia dan hewan, erupsi vulkanik, pembakaran batu bara, dan asap pabrik. Karbon dioksida di udara dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk berfotosintesis dan menghasilkan oksigen. Hewan dan tumbuhan yang mati, dalam waktu yang lama akan membentuk batu bara di dalam tanah. Batu bara akan dimanfaatkan lagi sebagai bahan bakar yang juga menambah kadar  $\text{CO}_2$  di udara.

Di ekosistem air, pertukaran  $\text{CO}_2$  dengan atmosfer berjalan secara tidak langsung. Karbon dioksida berikatan dengan air membentuk asam karbonat yang akan terurai menjadi ion bikarbonat. Bikarbonat adalah sumber karbon bagi alga yang memproduksi makanan untuk diri mereka sendiri dan organisme heterotrof lain. Sebaliknya, saat organisme air berespirasi,  $\text{CO}_2$  yang mereka keluarkan menjadi bikarbonat. Jumlah bikarbonat dalam air adalah seimbang dengan jumlah  $\text{CO}_2$  di air.



Lintasan arus utama siklus karbon adalah dari atmosfer atau hidrosfer ke dalam jasad hidup, kemudian kembali lagi ke atmosfer atau hidrosfer (Harliyono, 1999: 191)

## 5. Daur Hidrologi (Air)

Pemanasan air samudra oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinu. Air berevaporasi kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan es, hujan gerimis, atau kabut. Pada perjalanan menuju bumi, beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas, atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara yang berbeda:

### a. Evaporasi (transpirasi)

Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dan sebagainya, kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfer) dan akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh, uap air (awan) itu akan menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (*precipitation*) dalam bentuk hujan, salju, es, dan kabut.

### b. Infiltrasi (perkolasi)

Ke dalam tanah air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju permukaan air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler, atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal di bawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.

### c. Air permukaan

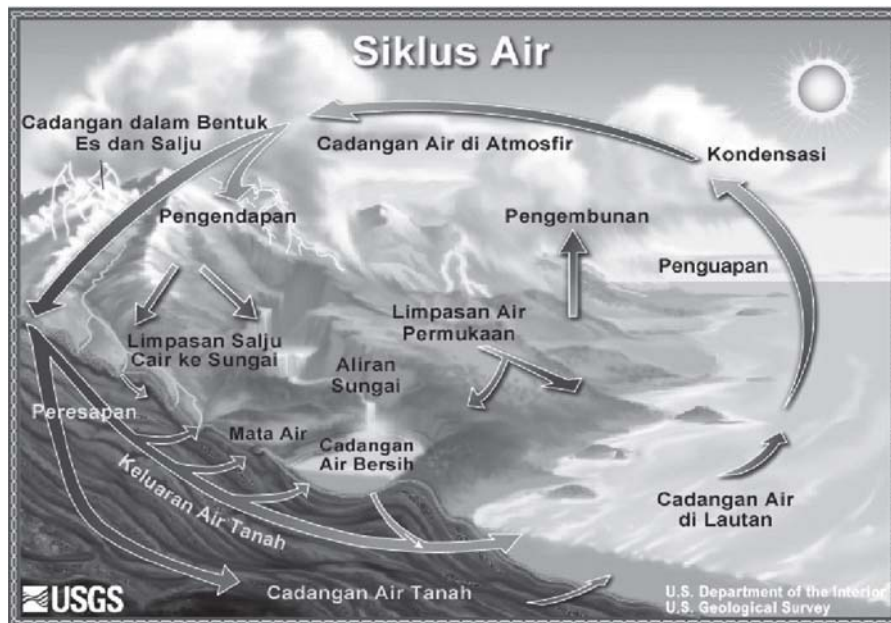
Air bergerak di atas permukaan tanah, dekat dengan aliran utama dan danau, makin landai lahan maka makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan di sekitar daerah aliran sungai menuju laut.

## Tahukah kamu?

Daur hidrologi mengalami berbagai proses, antara lain:

1. Evaporasi (perubahan dari air menjadi uap).
2. Presipitasi (proses kondensasi air (cair atau padat) di atmosfer. lalu jatuh ke tanah sebagai hujan, salju, atau hujan es).
3. Transpirasi (penguapan air dari tumbuhan)
4. Infiltrasi (peresapan).

**Sumber:** Ensiklopedi Umum untuk Pelajar  
Jilid 4, 2005 : 86



Gambar 11.3 Daur Hidrologi

Sumber: [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org), 2006

## Rangkuman

1. Makhluk hidup memerlukan energi untuk proses kelangsungan hidupnya. Di dunia ini sumber energi adalah matahari.
2. Aliran energi yang terjadi dalam ekosistem dapat dijelaskan sebagai berikut.  
Matahari → tumbuhan hijau → konsumen I → konsumen II → konsumen III → pengurai (dekomposer).
3. Rantai makanan adalah rangkaian proses peristiwa makan dimakan dengan urutan tertentu.
4. Kumpulan rantai makanan yang kompleks dan saling berhubungan akan membentuk jaring-jaring makanan.
5. Dalam proses kelangsungan hidup organisme di alam ini, dibutuhkan zat-zat yang digunakan untuk menyusun komponen-komponen dalam tubuh. Makhluk hidup dapat memperoleh zat-zat tersebut dari berbagai sumber yang ada di alam melalui suatu siklus. Di alam ini ada bermacam-macam siklus, di antaranya siklus karbon, nitrogen, belerang, fosfor, dan siklus air.

**A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!**

1. Proses perubahan nitrit menjadi nitrat disebut proses . . . , salah satu contoh bakteri yang membantu proses tersebut misalnya . . .
  - a. nitratasi, Nitrosomonas
  - b. nitratasi, Nitrobacter
  - c. nitritasi, Nitrosomonas
  - d. nitritasi, Nitrococcus
  - e. denitrifikasi, Nitrobacter
2. Pernyataan berikut ini yang benar, adalah. . .
  - a. semakin dekat jarak transfer energi dari matahari, energi yang didapat semakin kecil
  - b. produsen adalah sumber energi yang ada dalam ekosistem di alam
  - c. semakin jauh jarak transfer energi dari matahari jumlah populasi semakin besar
  - d. jumlah energi yang didapat dalam setiap trofik jumlahnya selalu sama besar
  - e. semakin kompleks jaring-jaring makanan menunjukkan semakin stabil pula ekosistem tersebut
3. Proses perubahan nitrit atau nitrat menjadi nitrogen bebas di udara disebut . . .
  - a. nitrifikasi
  - b. nitritasi
  - c. nitratasi
  - d. denitrifikasi
  - e. amonifikasi
4. Berikut yang dimaksud dengan konsumen puncak adalah . . .
  - a. organisme yang tidak bisa dimakan oleh organisme yang ada di bawahnya
  - b. organisme yang dapat memakan semua trofik
  - c. organisme yang memakan herbivora
  - d. trofik yang memiliki jumlah biomassa yang terbesar
  - e. tingkat trofik yang memiliki jumlah individu terkecil

5. Hubungan antara rantai makanan dan jaring-jaring makanan adalah ....
  - a. jaring makanan menyusun rantai makanan
  - b. memiliki organisme yang sama
  - c. rantai makanan merupakan penyusun dari jaring-jaring makanan
  - d. memiliki penyusun berbeda, namun tetap saling berhubungan
  - e. terdapat dalam ekosistem yang sama
6. Manfaat kita mempelajari aliran energi yang terjadi dalam ekosistem adalah ....
  - a. menjadi dasar pengembangan ilmu biologi molekuler
  - b. makin mencintai lingkungan
  - c. memahami proses terjadinya keseimbangan lingkungan
  - d. mengerti mengenai pentingnya organisme langka
  - e. mengerti pentingnya keberadaan produsen dalam ekosistem
7. Dalam ekosistem tersusun atas:
 

1) <i>Ikan karnivora</i>	4) <i>Ikan herbivora</i>
2) <i>Bakteri pengurai</i>	5) <i>Zat-zat organik</i>
3) <i>Fitoplankton</i>	

Dari beberapa komponen yang ada di atas, dapat disusun suatu rantai makanan dengan susunan urutan ....

a. 1, 3, 5, 2, dan 4	d. 5, 3, 4, 1, dan 2
b. 5, 4, 3, 1, dan 2	e. 5, 1, 3, 2, dan 4
c. 5, 2, 3, 4, dan 1	
8. Hal yang terjadi jika suatu organisme hanya memakan satu macam organisme saja, yaitu ....
  - a. penyebarannya terbatas
  - b. mudah mati
  - c. cepat punah
  - d. kompetisi tinggi
  - e. tidak terdapat konsumen puncak

9. Ketika sulfur dioksida di udara bersenyawa dengan air akan menjadi hujan asam. Berikut ini adalah dampak dari adanya hujan asam, *kecuali* . . . .
  - a. berkaratnya logam
  - b. rapuhnya bangunan
  - c. mengganggu pertumbuhan tanaman
  - d. merusak cat pada bangunan
  - e. menjadikan basa tanah naik
10. Transfer energi matahari yang diterima makhluk hidup dengan urutan sebagai berikut . . . .
  - a. tumbuhan-matahari-herbivora-karnivora-omnivora-pengurai
  - b. matahari-pengurai-tumbuhan-herbivora-karnivora-omnivora
  - c. matahari-herbivora-karnivora-pengurai-tumbuhan-omnivora
  - d. matahari-tumbuhan-herbivora-karnivora-omnivora-pengurai
  - e. matahari-omnivora-tumbuhan-herbivora-karnivora-pengurai

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Jelaskan dengan bagan siklus nitrogen dalam suatu ekosistem!
2. Jelaskan, bahwa semakin kompleks suatu jaring-jaring makanan akan semakin stabil pula suatu ekosistem!
3. Sebutkan dan jelaskan macam-macam piramida ekologi! Menurut kalian manakah yang paling ideal?
4. Sebut dan jelaskan macam-macam rantai makanan dalam suatu ekosistem!
5. Jelaskan kata-kata berikut!
 

a. Nitrifikasi	c. Daur biogeokimia
b. Trofik	d. Hujan asam

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja, kreativitas, rasa ingin tahu**, dan mengembangkan **kecakapan personal** kalian serta menambah **wawasan kontekstual** kalian!

**Tugas Portofolio**

Lakukanlah pengamatan pada ekosistem sawah, kebun, dan sungai! Catatlah macam-macam rantai makanan yang ada pada masing-masing ekosistem tersebut! Buatlah laporannya!

## Bab XII

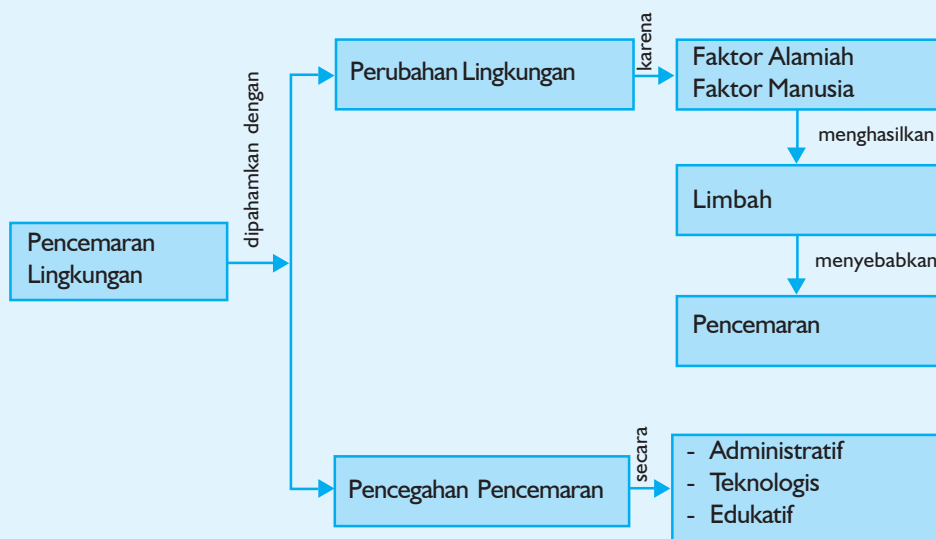
# Pencemaran Lingkungan

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: Ilmu Pengetahuan Populer

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjaga lingkungan dan mencegah pencemaran lingkungan serta dapat membuat produk daur ulang limbah.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab XII:

1. Pencemaran
2. Perubahan lingkungan
3. Pencegahan pencemaran
4. Parameter pencemaran
5. Limbah





**Gambar 12.1** Ketidakseimbangan pada lingkungan

**Sumber:** Oxford Ensiklopedi Pelajar Jilid 7, 2005

Tidak ada satu pun makhluk hidup di bumi ini, baik individu maupun kelompok yang dapat hidup sendiri, terpisah, dan terasing dari individu atau kelompoknya lain. Begitu juga antara makhluk hidup dan lingkungannya selalu terjadi hubungan timbal balik (interaksi). Apakah yang akan terjadi apabila interaksi tersebut tidak seimbang? Faktor-faktor apakah yang menyebabkan keseimbangan lingkungan terganggu?

## **A. Macam-macam Pencemaran dan Penyebabnya**

Ada beberapa macam pencemaran, yaitu:

### **1. Macam-macam Pencemaran Menurut Tempatnya**

#### **a. Pencemaran tanah**

Gejala pencemaran tanah dapat diketahui dari tanah yang tidak dapat digunakan untuk keperluan fisik manusia. Tanah yang tidak dapat digunakan, misalnya tidak dapat ditanami tumbuhan, tandus dan kurang mengandung air tanah. Faktor-faktor yang mengakibatkan terjadinya pencemaran tanah antara lain pembuangan bahan sintesis yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme, seperti plastik, kaleng, kaca, sehingga menyebabkan oksigen tidak bisa meresap ke tanah. Faktor lain, yaitu penggunaan pestisida dan detergen yang merembes ke dalam tanah dapat berpengaruh terhadap air tanah, flora, dan fauna tanah.

Pada saat ini hampir semua pemupukan tanah menggunakan pupuk buatan atau anorganik. Zat atau unsur hara yang terkandung dalam pupuk anorganik adalah nitrogen (dalam bentuk nitrat atau urea), fosfor (dalam bentuk fosfat), dan kalium. Meskipun pupuk anorganik ini sangat menolong untuk meningkatkan hasil pertanian, tetapi pemakaian dalam jangka panjang tanpa dikombinasi dengan pupuk organik mengakibatkan dampak yang kurang bagus. Dampaknya antara lain hilangnya humus dari tanah, tanah menjadi kompak (padat) dan keras, dan kurang sesuai untuk tumbuhnya tanaman pertanian. Selain itu, pupuk buatan yang diperjualbelikan umumnya mengandung unsur hara yang tidak lengkap terutama unsur-unsur mikro yang sangat dibutuhkan tumbuhan dan juga pupuk organik mudah larut dan terbawa ke perairan, misalnya danau atau sungai yang menyebabkan terjadinya eutrofikasi.

Ketika suatu zat berbahaya atau beracun telah mencemari permukaan tanah, maka ia dapat menguap, tersapu air hujan dan atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya.

Cara pencegahan dan penanggulangan pencemaran tanah, antara lain sebagai berikut.

- 1) Sebelum dibuang ke tanah senyawa sintesis seperti plastik sebaiknya diuraikan lebih dahulu, misalnya dengan dibakar.



- 2) Untuk bahan-bahan yang dapat didaur ulang, hendaknya dilakukan proses daur ulang, seperti kaca, plastik, kaleng, dan sebagainya.
- 3) Membuang sampah pada tempatnya.
- 4) Penggunaan pestisida dengan dosis yang telah ditentukan.
- 5) Penggunaan pupuk anorganik secara tidak berlebihan pada tanaman.

#### 1) Remediasi

Kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah dikenal dengan remediasi. Sebelum melakukan remediasi, hal yang perlu diketahui:

- a) Jenis pencemar (organik atau anorganik), terdegradasi atau tidak, berbahaya atau tidak.
- b) Berapa banyak zat pencemar yang telah mencemari tanah tersebut.
- c) Perbandingan karbon (C), nitrogen (N), dan fosfat (P).
- d) Jenis tanah.
- e) Kondisi tanah (basah, kering).
- f) Telah berapa lama zat pencemar terendapkan di lokasi tersebut.
- g) Kondisi pencemaran (sangat penting untuk dibersihkan segera/bisa ditunda).

#### 2) Remediasi onsite dan offsite

Ada dua jenis remediasi tanah, yaitu *in situ* (atau *on site*) dan *ex situ* (atau *off site*). Pembersihan *on site* adalah pembersihan di lokasi. Pembersihan ini lebih murah dan lebih mudah, terdiri dari pembersihan, *venting* (injeksi), dan bioremediasi. Pembersihan *off site* meliputi penggalian tanah yang tercemar dan kemudian dibawa ke daerah yang aman. Setelah itu di daerah aman, tanah tersebut dibersihkan dari zat pencemar. Caranya yaitu, tanah tersebut disimpan di bak atau tangki yang kedap, kemudian zat pembersih dipompakan ke bak atau tangki tersebut. Selanjutnya zat pencemar dipompakan keluar dari bak yang kemudian diolah dengan instalasi pengolah air limbah. Pembersihan *off site* ini jauh lebih mahal dan rumit.

#### 3) Bioremediasi

Bioremediasi merupakan proses pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroorganisme (jamur, bakteri). Bioremediasi bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun (karbon dioksida dan air). Proses bioremediasi harus memperhatikan temperatur tanah, ketersediaan air, nutrisi (N, P, K), perbandingan C : N kurang dari 30 : 1, dan ketersediaan oksigen.

Ada 4 teknik dasar yang biasa digunakan dalam bioremediasi:

- a) Stimulasi aktivitas mikroorganisme asli (di lokasi tercemar) dengan penambahan nutrisi, pengaturan kondisi redoks, optimasi pH, dan sebagainya.
- b) Inokulasi (penanaman) mikroorganisme di lokasi tercemar, yaitu mikroorganisme yang memiliki kemampuan biotransformasi khusus.
- c) Penerapan *immobilized enzymes*.
- d) Penggunaan tanaman (*phytoremediation*) untuk menghilangkan atau mengubah pencemar.

#### **b. Pencemaran air**

Pencemaran air dapat diketahui dari perubahan warna, bau, serta adanya kematian dari biota air, baik sebagian atau seluruhnya. Bahan polutan yang dapat menyebabkan polusi air antara lain limbah pabrik, detergen, pestisida, minyak, dan bahan organik yang berupa sisa-sisa organisme yang mengalami pembusukan. Untuk mengetahui tingkat pencemaran air dapat dilihat melalui besarnya kandungan  $O_2$  yang terlarut. Ada 2 cara yang digunakan untuk menentukan kadar oksigen dalam air, yaitu secara kimia dengan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*). Makin besar harga BOD makin tinggi pula tingkat pencemarannya.

Polusi air yang berat dapat menyebabkan polutan meresap ke dalam air tanah yang menjadi sumber air untuk kehidupan sehari-hari seperti mencuci, mandi, memasak, dan untuk air minum. Air tanah yang sudah tercemar akan sulit sekali untuk dikembalikan menjadi air bersih. Pengenceran dan penguraian polutan pada air tanah sulit sekali karena airnya tidak mengalir dan tidak mengandung bakteri pengurai yang aerob.

Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan merupakan salah satu sumber pencemaran air. Pupuk dan pestisida yang larut di air akan menyebabkan eutrofikasi yang mengakibatkan ledakan (*blooming*) tumbuhan air, misalnya alga dan ganggang.

Cara pencegahan dan penanggulangan pencemaran air dapat dilakukan sebagai berikut:

- 1) Cara pemakaian pestisida sesuai aturan yang ada.
- 2) Sisa air buangan pabrik dinetralkan lebih dahulu sebelum dibuang ke sungai.

- 3) Pembuangan air limbah pabrik tidak boleh melalui daerah pemukiman penduduk. Hal ini bertujuan untuk menghindari keracunan yang mungkin terjadi karena penggunaan air sungai oleh penduduk.
- 4) Setiap rumah hendaknya membuat septi tank yang baik.

Lakukan Tugas 12.1 berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja**, mengembangkan **kecakapan sosial** dan menambah **wawasan kontekstual** kalian serta **membuka wawasan dalam melestarikan lingkungan**.

### **Tugas 12.1**

Lakukan pengamatan terhadap air sungai yang mengalir melewati daerah kalian! Dari hasil pengamatan kalian ambillah data yang meliputi:

1. warna air sungai,
2. bau dari sungai,
3. pada musim hujan sering terjadi banjir dan airnya keruh,
4. pertumbuhan tanaman air (eceng gondok, ganggang, dan lain-lain) dan aneka ragam ikan!

Diskusikan hasil pengamatan kalian dengan teman-teman kalian dalam satu kelas, simpulkan bersama-sama tentang kondisi sungai di daerah kalian itu!

#### **c. Pencemaran udara**

Pencemaran udara dapat bersumber dari manusia atau dapat berasal dari alam. Pencemaran oleh alam, misalnya letusan gunung berapi yang mengeluarkan debu, gas CO, SO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>S. Partikel-partikel zat padat yang mencemari udara di antaranya berupa debu, jelaga, dan partikel logam. Partikel logam yang paling banyak menyebabkan pencemaran adalah Pb yang berasal dari pembakaran bensin yang mengandung TEL (*tetraethyl timbel*). Adanya pencemaran udara ditunjukkan oleh adanya gangguan pada makhluk hidup yang berupa kesukaran bernapas, batuk, sakit tenggorokan, mata pedih, serta daun-daun yang menguning pada tanaman.

Zat-zat lain yang umumnya mencemari lingkungan, antara lain:

- 1) Oksida karbon (CO dan CO<sub>2</sub>) dapat mengganggu pernapasan, tekanan darah, saraf, dan mengikat Hb sehingga sel kekurangan O<sub>2</sub>.
- 2) Oksida sulfur (SO<sub>2</sub> dan SO<sub>3</sub>) dapat merusak selaput lendir hidung dan tenggorokan.

- 3) Oksida nitrogen ( $\text{NO}$  dan  $\text{NO}_2$ ) dapat menimbulkan kanker.
- 4) Hidrokarbon ( $\text{CH}_4$  dan  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), menyebabkan kerusakan saraf pusat.
- 5) Ozon ( $\text{O}_3$ ) menyebabkan bronkithis dan dapat mengoksidasi lipida.

Cara pencegahan dan penanggulangan terhadap pencemaran udara, antara lain sebagai berikut.

- 1) Perlu dibatasi penggunaan bahan bakar yang menghasilkan CO.
- 2) Menerapkan program penghijauan di kota-kota untuk mengurangi tingkat pencemaran.
- 3) Memilih lokasi pabrik dan industri yang jauh dari keramaian dan pada tanah yang kurang produktif.
- 4) Gas-gas buangan pabrik perlu dibersihkan dahulu sebelum dikeluarkan ke udara bebas. Pembersihan dapat menggunakan alat tertentu, misalnya *cottrell* yang berfungsi untuk menyerap debu.



**Gambar 12.2** Pencemaran udara karena asap pabrik

Sumber: CD Image

Meningkatnya kadar karbon dioksida di atmosfer juga dapat membahayakan kelangsungan hidup makhluk hidup yang ada di bumi ini. Konsentrasi karbon dioksida yang berasal dari sisa pembakaran, asap kendaraan, dan asap pabrik dapat menimbulkan efek rumah kaca (*green house effect*). Efek rumah kaca dapat mengakibatkan:

- 1) Adanya pemanasan global yang mengakibatkan naiknya suhu di bumi.
- 2) Mencairnya es yang ada di kutub, sehingga mengakibatkan naiknya permukaan air laut.
- 3) Tenggelamnya daratan (pulau) sebagai akibat dari mencairnya es di kutub.

#### d. Pencemaran suara

Polusi suara disebabkan oleh suara bising kendaraan bermotor, kapal terbang, deru mesin pabrik, radio, atau tape recorder yang berbunyi keras sehingga mengganggu pendengaran.

### 2. Macam-macam Pencemaran Menurut Bahan Pencemarnya

- Pencemaran kimiawi adalah pencemaran yang disebabkan oleh bahan yang berupa zat radioaktif, logam (Hg, Pb, As, Cd, Cr dan Hi), pupuk anorganik, pestisida, detergen, dan minyak.
- Pencemaran biologi adalah pencemaran yang disebabkan oleh bahan yang berupa mikroorganisme, misalnya *Escherichia coli*, *Entamoeba coli*, dan *Salmonella thyposa*.
- Pencemaran fisik adalah pencemaran yang disebabkan oleh bahan yang berupa kaleng-kaleng, botol, plastik, dan karet.

#### Tahukah kamu?

TIMBAL (Pb) adalah logam yang mendapat perhatian utama dalam segi kesehatan, karena dampaknya pada sejumlah besar orang akibat keracunan makanan atau udara yang terkontaminasi Pb memiliki sifat toksik berbahaya. Timbal bisa terkandung di dalam air, makanan, dan udara. Pb di atmosfer berasal dari senyawa hasil pembakaran bensin reguler dan premium yang tidak sempurna. Pb dapat merusak jaringan saraf, fungsi ginjal, menurunkan kemampuan belajar dan membuat anak-anak hiperaktif. Tingkat kecerdasan seorang anak yang tubuhnya telah terkontaminasi Pb sampai 10 mikrogram bisa menurun atau menjadi idiot. Pada ibu hamil yang terkontaminasi Pb dapat menyebabkan berkurangnya kesuburan, keguguran atau paling tidak, sel otak jabang bayi menjadi tidak bisa berkembang. Bahkan dapat menyebabkan kelumpuhan.

Sumber: [www.kompas.com/cetak](http://www.kompas.com/cetak), 2006

## B. Perubahan Lingkungan

Perubahan lingkungan dapat terjadi oleh aktivitas manusia atau kejadian alam seperti letusan gunung berapi, tanah longsor, dan kebakaran hutan. Perubahan lingkungan yang terjadi, baik yang dilakukan oleh manusia atau kejadian alam dapat bersifat positif, artinya bermanfaat bagi kesejahteraan manusia dan bersifat negatif yang merugikan bagi kehidupan manusia. Perubahan lingkungan terjadi apabila ada perubahan dalam daur biologi atau daur biogeokimia.

Penebangan pohon di hutan tanpa perhitungan akan menimbulkan akibat yang saling berantai antara faktor biotik dan abiotik. Penebangan hutan berarti menghilangkan sebagian besar produsen dalam suatu ekosistem. Karena itu akan menyebabkan kepunahan sebagian flora dan fauna yang ada di hutan tersebut. Pengaruh yang lainnya, dengan pembukaan hutan akan menyebabkan perubahan dalam daur hidrologi. Bila hujan turun pada tanah yang terbuka, maka air akan langsung masuk ke dalam tanah yang memiliki kesuburan yang tinggi. Dengan tidak adanya pohon yang menahan air hujan yang meresap ke dalam tanah akan menyebabkan aliran air di permukaan tanah menjadi besar. Adanya aliran yang besar dan cepat akan mengikis permukaan tanah yang subur. Hilangnya kesuburan tanah akan mengurangi populasi cacing tanah yang berperan membantu menyuburkan tanah. Kurangnya resapan air di dalam tanah akan menyebabkan kekeringan di musim kemarau. Dengan penebangan pohon, menyebabkan dasar hutan lebih banyak menerima cahaya matahari dan suhu akan naik, yang dapat menyebabkan lebih cepatnya penguraian sampah organik sebagai sumber zat hara tanah. Penguraian sampah organik di tanah secara drastis akan mengganggu daur nitrogen.

Selain penebangan hutan, penggunaan pestisida maupun pupuk yang berlebihan juga akan menyebabkan perubahan lingkungan. Pemasukan limbah, seperti pupuk anorganik pada perairan akan menyebabkan bertambahnya zat hara yang lebih besar dibandingkan dengan yang dapat diserap pada daur biologi dalam proses penguraian dan fotosintesis. Zat hara yang kaya akan merangsang pertumbuhan fitoplankton terutama ganggang biru yang semuanya tidak dapat dikonsumsi oleh zooplankton. Selain itu, populasi fitoplankton yang sangat banyak pada permukaan air akan menghalangi cahaya matahari menembus perairan bagian bawah yang dapat menyebabkan kerugian bagi berbagai organisme, sehingga menyebabkan kematian. Penggunaan pestisida dan herbisida yang bermanfaat untuk membasmi gulma dan hama dalam jangka panjang secara langsung maupun tidak langsung akan membahayakan ekosistem. Penggunaan pestisida juga dapat menyebabkan kematian hewan-hewan invertebrata maupun vertebrata.

Pengembalian lingkungan yang sudah berubah merupakan pekerjaan yang sulit dan memerlukan biaya yang besar serta waktu yang panjang. Untuk itu perlu dijaga agar kerusakan lingkungan tidak terjadi. Ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian lingkungan, seperti:

1. Melakukan perlindungan hutan dengan cara antara lain: menebang hutan secara selektif, melakukan reboisasi, mencegah terjadinya kebakaran hutan, pangadaan taman nasional, dan lain-lain.
2. Menggunakan pestisida dan pupuk sesuai dosis yang dianjurkan.
3. Mengolah limbah sebelum dibuang ke sungai atau ke saluran air yang lain.
4. Tidak membuang sampah sembarangan.
5. Melakukan proses daur ulang untuk sampah yang bisa dimanfaatkan.

Kerjakan Latihan 12.1 berikut yang akan mengembangkan **kecakapan personal**, serta **kecakapan akademik** kalian!

### Latihan 12.1

Menurut kalian, bagaimanakah suatu zat bisa disebut sebagai polutan?

## C. Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan

Pada dasarnya ada tiga cara yang dapat dilakukan dalam rangka pencegahan pencemaran lingkungan, yaitu:

### 1. Secara Administratif

Upaya pencegahan pencemaran lingkungan secara administratif adalah pencegahan pencemaran lingkungan yang dilakukan oleh pemerintah dengan cara mengeluarkan kebijakan atau peraturan yang berhubungan dengan lingkungan hidup. Contohnya adalah dengan keluarnya undang-undang tentang pokok-pokok pengelolaan lingkungan hidup yang dikeluarkan oleh presiden Republik Indonesia pada tanggal 11 Maret 1982. Dengan adanya AMDAL sebelum adanya proyek pembangunan pabrik dan proyek yang lainnya.

### 2. Secara Teknologis

Cara ini ditempuh dengan mewajibkan pabrik untuk memiliki unit pengolahan limbah sendiri. Sebelum limbah pabrik dibuang ke lingkungan, pabrik wajib mengolah limbah tersebut terlebih dahulu sehingga menjadi zat yang tidak berbahaya bagi lingkungan.



### 3. Secara Edukatif

Cara ini ditempuh dengan melakukan penyuluhan terhadap masyarakat akan pentingnya lingkungan dan betapa bahayanya pencemaran lingkungan. Selain itu, dapat dilakukan melalui jalur pendidikan-pendidikan formal atau sekolah.

Kerjakan Tugas 12.2 berikut yang akan menumbuhkan semangat **kreativitas**, **daya saing**, mengembangkan **kecakapan personal**, dan **kecakapan akademik** kalian!

#### Tugas 12.2

Bila di lingkungan kalian telah terjadi pencemaran, tindakan apa yang akan kalian lakukan? Buatlah laporannya!

## D. Parameter Pencemaran dalam Lingkungan

Untuk mengetahui apakah suatu lingkungan tercemar atau tidak, atau untuk mengetahui seberapa besar kadar pencemaran dalam lingkungan dapat dilihat dari parameter sebagai berikut:

### 1. Parameter Kimia

Parameter ini meliputi kandungan karbon dioksida, tingkat keasaman, dan kadar logam-logam berat dalam lingkungan tersebut.

### 2. Parameter Biokimia

Parameter biokimia dapat dilihat dari BOD (*Biological Oxygen Demand*) atau kebutuhan oksigen secara biologis.

### 3. Parameter Fisik

Dilihat dari suhu, warna, rasa, bau, dan juga radioaktivitas pada lokasi tersebut.

### 4. Parameter Biologi

Parameter biologi meliputi ada tidaknya mikroorganisme dalam wilayah tersebut.



Kerjakan Latihan 12.2 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu**, mengembangkan **kecakapan akademik**, dan **kecakapan personal** kalian!

### Latihan 12.2

Berdasarkan parameter yang bagaimanakah bahwa suatu lingkungan bisa dikatakan tercemar? Tulislah di buku latihan!

## E. Jenis-jenis Limbah dan Pemanfaatan Limbah

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka kebutuhan manusia juga semakin meningkat sehingga jumlah sampah yang dihasilkan juga semakin tinggi. Limbah yang langsung dibuang ke lingkungan tanpa diolah terlebih dulu dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Secara biologis, limbah dapat dibagi menjadi:

### 1. Limbah yang Dapat Diuraikan (*Biodegradable*)

Limbah jenis ini adalah limbah yang dapat diuraikan atau didekomposisi, baik secara alamiah yang dilakukan oleh dekomposer (bakteri dan jamur) ataupun yang disengaja oleh manusia, contohnya adalah limbah rumah tangga, kotoran hewan, daun, dan ranting.

### 2. Limbah yang Tak Dapat Diuraikan (*Nonbiodegradable*)

Adalah limbah yang tidak dapat diuraikan secara alamiah oleh dekomposer. Keberadaan limbah jenis ini di alam sangat membahayakan, contohnya adalah timbal (Pb), merkuri, dan plastik.

Untuk menanggulangi menumpuknya sampah tersebut maka diperlukan upaya untuk dapat menanggulangi hal tersebut. Pemanfaatan limbah dapat ditempuh melalui dua cara, yaitu dengan proses daur ulang menjadi produk tertentu yang bermanfaat dan tanpa daur ulang.

### 1. Melalui Daur Ulang

Baik limbah organik (yang berasal dari sisa makhluk hidup) maupun sampah anorganik (dari bahan-bahan tak hidup atau bahan sintetis) dapat dimanfaatkan menjadi suatu produk yang bermanfaat bagi kebutuhan manusia.

Limbah-limbah organik seperti sisa-sisa kotoran hewan dan yang berasal dari tumbuhan dapat dimanfaatkan menjadi pupuk kompos yang dapat digunakan untuk menyuburkan tanaman. Limbah kertas juga dapat didaur ulang menjadi kertas baru. Limbah pabrik tahu yang biasanya dibuang begitu saja juga dapat dimanfaatkan menjadi makanan yang berserat tinggi yang baik untuk pencernaan.

Limbah-limbah anorganik, contohnya besi, aluminium, botol kaca, dan plastik dapat didaur ulang menjadi produk-produk baru. Besi tua dan aluminium dapat dilebur dijadikan bubur kemudian dicetak menjadi besi baja dan aluminium yang baru. Limbah-limbah plastik juga dapat dilebur dijadikan peralatan rumah tangga dan peralatan lain dari plastik.

## 2. Tanpa Daur Ulang

Selain melalui daur ulang, sampah juga bisa langsung dimanfaatkan tanpa daur ulang. Contohnya adalah pemanfaatan ban-ban bekas yang dijadikan perabot (meja, kursi, dan pot), serbuk gergaji sebagai media penanaman jamur, botol, dan kaleng yang dapat digunakan untuk pot.

### Tahukah kamu?

Minyak bumi sebagai salah satu hasil kegiatan industri pertambangan, banyak sekali mengakibatkan masalah pencemaran lingkungan yang terjadi. Seperti kasus meledaknya sumur minyak Pertamina di Bekasi yang mengalir ke persawahan. Tumpahan minyak tersebut butuh waktu lama untuk mendegradasikannya sehingga aman bagi lingkungan. Bahaya akibat pencemaran minyak bumi di perairan laut berpengaruh terhadap perikanan, rantai makanan di laut. Dan apabila meresap ke dalam air tanah akan mengakibatkan air tersebut tidak dapat diminum. Salah satu contoh penggunaan bahan kimia pertanian yang kian meningkat adalah penggunaan pupuk dan pestisida organik sintetik. Akibat buruk dari penggunaan bahan kimia tersebut yang tidak proporsional akan mengakibatkan residu. Residu minyak bumi dan bahan organik sintetik akan tersebar secara tidak terkendali dan menumpuk pada rantai makanan, dan dengan mudah menyebar dengan bantuan air. Terkontaminasi minyak bumi dan bahan organik sintetik pada konsentrasi yang rendah menyebabkan sakit kepala, iritasi kulit, mata gatal, dan sensasi terbakar pada organ dalam. Sedangkan pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan hati dan penyakit ginjal, serta meningkatkan risiko terserang kanker.

**Sumber:** Kompas, 12 Maret 2004

Lakukan percobaan berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja**, **rasa ingin tahu**, dan mengembangkan **kecakapan sosial** serta **kecakapan vokasional** kalian!

### Percobaan

Mengetahui pengaruh pencemaran terhadap pertumbuhan tanaman.

#### Alat dan bahan:

1. Biji kacang hijau
2. Tanah
3. Pot
4. Larutan detergent (1%, 5%, dan 10%)

#### Cara kerja:

1. Isilah 4 buah pot dengan campuran tanah dan pupuk sebagai media penanaman dan berilah label A, B, C, dan D pada keempat pot tersebut!
2. Tanamlah biji kacang hijau ke dalam pot yang telah dipersiapkan!
3. Lakukan penyiraman pada pot yang telah ditanami biji kacang hijau tersebut dengan perlakuan: pada pot A disiram dengan air biasa tanpa campuran detergent (0%), pot B disiram dengan larutan detergent 1%, pot C disiram dengan larutan detergent 5%, dan pot D disiram dengan larutan detergent 10%!
4. Lakukanlah penyiraman setiap hari selama satu minggu!
5. Amatilah pertumbuhan biji tersebut setiap hari dan catat hasil pengamatan kalian dalam tabel pengamatan!
6. Buatlah grafik pertumbuhan yang tepat dari masing-masing perlakuan!
7. Kerjakan secara berkelompok!

## Rangkuman

1. Pencemaran adalah masuknya zat atau benda asing ke dalam lingkungan yang melebihi batas ambang tertentu sehingga menurunkan kualitas lingkungan.
2. Macam-macam pencemaran meliputi pencemaran tanah, pencemaran air, dan pencemaran udara.
3. Perubahan lingkungan dapat terjadi karena faktor kesengajaan manusia, misalnya penebangan hutan secara liar dan pembuangan sampah sembarangan serta proses alamiah, misalnya gunung meletus, gempa bumi, dan banjir.
4. Untuk mencegah adanya pencemaran lingkungan dapat ditempuh melalui tiga cara, yaitu secara administratif, edukatif, dan teknologis.
5. Untuk mengetahui seberapa besar suatu lingkungan tercemar dapat diketahui dengan indikator-indikator dalam lingkungan, yang meliputi indikator kimia, fisik, biologi, dan biokimia.



## Evaluasi

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, *d*, atau *e*!

1. Adanya peningkatan kadar karbon dioksida di alam mengakibatkan hal berikut ini, *kecuali* ....
  - a. mencairnya lapisan es di kutub
  - b. adanya efek pemanasan global atau efek rumah kaca
  - c. radiasi sinar ultraviolet ke bumi semakin kecil
  - d. membesarnya lubang pada lapisan ozon
  - e. semakin banyak dijumpai kasus kanker kulit pada manusia

2. Sistem bercocok tanam monokultur pada dasarnya sangat merugikan, di antara kerugian-kerugian tersebut adalah . . . .
  - a. meningkatkan sistem keanekaragaman hayati yang ada
  - b. meningkatkan kesuburan tanah
  - c. jumlah hama yang menyerang tanaman menjadi semakin berkurang
  - d. dapat mengembalikan kualitas tanah menjadi lebih baik
  - e. sistem keanekaragaman hayati semakin berkurang sehingga memengaruhi sistem keseimbangan ekologi
3. Dampak dari eutrofikasi di bawah ini, *kecuali* . . . .
  - a. ledakan tumbuhan air
  - b. mengurangi oksigen dalam perairan
  - c. terjadi pendangkalan perairan
  - d. populasi ikan berkembang pesat
  - e. karbon dioksida semakin bertambah
4. Tujuan dikeluarkannya UU lingkungan adalah . . . .
  - a. memelihara hutan secara maksimal
  - b. eksploitasi lingkungan secara besar-besaran
  - c. menakut-nakuti perusak lingkungan
  - d. mencegah adanya kerusakan lingkungan
  - e. menindak orang yang berburu di hutan
5. Jika suatu ekosistem air tawar tercemar oleh insektisida, kadar bahan pencemar yang paling banyak akan ditemukan pada . . . .
  - a. fitoplankton
  - b. ikan kecil
  - c. zooplankton
  - d. tumbuhan air
  - e. ikan besar
6. Membuang sampah ke saluran perairan dapat mengganggu lingkungan. Gangguan yang dimaksud adalah berikut ini, *kecuali* . . . .
  - a. berkurangnya kadar karbon dioksida dalam air
  - b. menurunnya kadar oksigen
  - c. menimbulkan banjir
  - d. menimbulkan bau busuk
  - e. mematikan mikroorganisme air

7. Faktor penyebab gangguan lingkungan terhadap keseimbangan alam antara lain . . . .
  - a. pupuk kimia
  - b. pupuk hijau
  - c. pupuk kandang
  - d. zat kapur pada tanah gambut
  - e. irigasi
8. Untuk mengembangkan sumber daya hayati yang ada pada suatu daerah tanpa mengganggu plasma nutfah yang ada, dapat dilakukan dengan . . . .
  - a. mendatangkan bibit unggul baru
  - b. meningkatkan daya dukung lingkungan
  - c. mencari bibit unggul dengan pemuliaan tanaman
  - d. mencari bibit unggul dengan penerapan bioteknologi
  - e. memberantas hama dengan racun
9. Arang dapat digunakan membersihkan air sehingga menjadi bersih karena . . . .
  - a. arang dapat bereaksi
  - b. arang mengikat partikel-partikel yang ada di air
  - c. arang biasa digunakan untuk membersihkan
  - d. reaksi arang dengan air cepat
  - e. arang adalah jenis karbon yang dapat menyaring
10. Berikut ini yang dimaksud dengan bioremediasi lingkungan adalah . . . .
  - a. upaya peningkatan mutu lingkungan
  - b. upaya peningkatan daya dukung lingkungan
  - c. upaya pembebasan lingkungan yang tercemar menggunakan mikroorganisme
  - d. upaya pembebasan lingkungan yang tercemar menggunakan teknologi
  - e. upaya pengolahan limbah

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Jelaskan yang dimaksud dengan eutrofikasi dan penyebabnya!
2. Jelaskan proses pemanasan global dan sebutkan dampaknya bagi kehidupan!

3. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan remediasi secara *in situ* dan *ex situ*!
4. Sebutkan dan jelaskan macam-macam indikator pencemaran suatu lingkungan!
5. Jelaskan istilah-istilah berikut!
  - a. Bioremediasi
  - b. COD
  - c. BOD
  - d. Polusi
  - e. Polutan

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja**, mengembangkan **kecakapan sosial**, dan **kecakapan vokasional** kalian!

### Tugas Portofolio

Lakukanlah kegiatan pengujian pencemaran air berikut ini secara berkelompok!

1. Ambillah sampel air yang akan diuji, sampel yang diambil yaitu berasal dari air pam, air sumur, air sawah, air sungai, dan air selokan!
2. Masukkan masing-masing sampel air tadi masing-masing 50 ml ke dalam tabung reaksi!
3. Tambahkan 5 tetes larutan *Methylen Blue* ke dalam masing-masing sampel air tadi!
4. Tutuplah tabung reaksi dengan aluminium foil (usahakan tidak ada gelembung udara dalam tabung reaksi)!
5. Diamkan selama satu minggu dan jangan sampai terkena sinar matahari secara langsung!
6. Setelah satu minggu amatilah dan apakah ada perubahannya!
7. Sampel air mana saja yang mengalami perubahan warna?
8. Buatlah laporannya!

#### Keterangan:

Apabila sampel air yang digunakan telah tercemar setelah seminggu ditambah larutan *Methylen Blue* air yang semula berwarna biru akan kembali berwarna jernih. Apabila air yang digunakan belum tercemar meskipun telah ditambah *Methylen Blue* dan dibiarkan dalam waktu seminggu warnanya akan tetap biru.

## Bab II

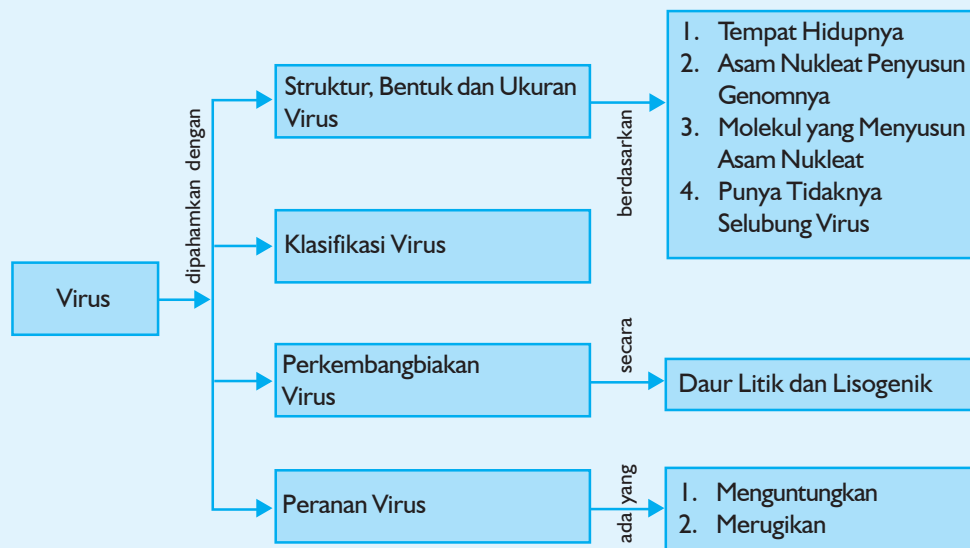
# Virus

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: Ilmu Pengetahuan Populer

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat mengurangi kerugian akibat virus dalam kehidupan, misalnya mencegah penyakit akibat virus.

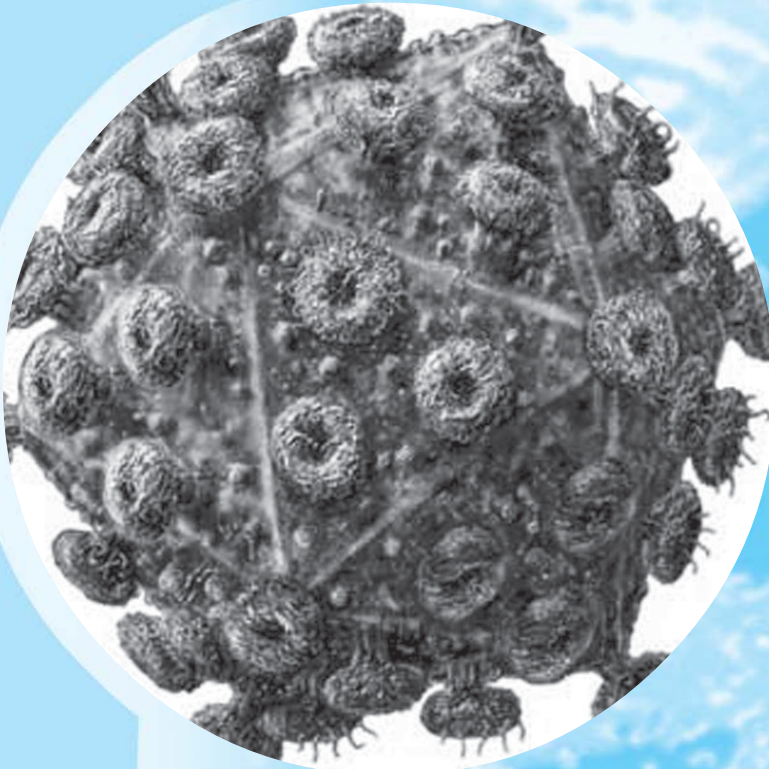
Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut:



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini. Berikut ini **kata kunci** dari bab II:

1. Aseluler
2. Struktur
3. Klasifikasi
4. Perkembangbiakan
5. Peranan





**Gambar 2.1** *Virus HIV Aids*  
Sumber: [www.rkm.com.au](http://www.rkm.com.au), 2007

AIDS (*Acquired Immuno Deficiency Syndrome*) adalah penyakit yang menyerang sistem kekebalan tubuh akibat infeksi *Human Immunodeficiency Virus* (HIV). Tubuh yang terserang AIDS akan rentan terhadap infeksi penyakit sehingga mengakibatkan kematian.

Virus ada di sekitar kita dengan jenis yang berbeda-beda. Apakah virus bersifat merugikan ataukah virus bersifat menguntungkan?

## A. Virus Organisme Aseluler

Virus tidak dapat diklasifikasikan sebagai sel karena virus tidak memiliki nukleus dan sitoplasma. Virus dapat berada di luar sel atau di dalam sel. Di luar sel virus merupakan partikel submikroskopis yang mengandung asam nukleat yang dibungkus oleh protein dan kadang mengandung makromolekul lain. Di dalam sel, khususnya sel hidup, virus dapat memperbanyak diri. Virus dapat sebagai agen penyakit (*agents of disease*) dan agen hereditas (*agents of heredity*). Sebagai agen penyakit, virus dapat menginfeksi sel dan akan menyebabkan perubahan dalam sel, menyebabkan gangguan fungsi sel, atau menyebabkan kematian. Sebagai agen hereditas, virus dapat menyebabkan perubahan genetik dalam sel dan biasanya tidak membahayakan bahkan bermanfaat.

Kerjakan Tugas 2.1 berikut yang akan merangsang **keingintahuan**, mengembangkan **kecakapan sosial**, dan **kecakapan akademik** kalian!

### Tugas 2.1

Sebutkan berbagai bahaya virus sebagai *agents of disease* dan berbagai manfaat virus sebagai *agents of heredity*! Kerjakan bersama kelompok kalian!

## B. Struktur, Bentuk, dan Ukuran Virus

### 1. Ciri-ciri Virus

Virus memiliki ciri-ciri, antara lain:

- Tidak berbentuk sel, karena tidak mempunyai protoplasma, dinding sel, sitoplasma, dan nukleus.
- Dapat digolongkan sebagai benda mati, karena dapat dikristalkan dan tidak mempunyai protoplasma.
- Dapat digolongkan benda hidup, karena memiliki kemampuan metabolisme, reproduksi, dan memiliki asam nukleat.
- Hanya dapat berkembang biak di dalam sel atau jaringan yang hidup.
- Organisme subrenik hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron.
- Virus berasal dari bahasa latin *venom* yang berarti cairan yang beracun.
- Bersifat parasit.

## 2. Struktur Virus

Struktur virus terdiri atas:

- a. Bagian pusat: mengandung ADN atau ARN dikelilingi oleh selubung atau capsid dari protein.
- b. Capsid: dibangun oleh beribu-ribu molekul protein.
- c. Kapsomer (*capsomere*): mempunyai bentuk bermacam-macam seperti: prisma, heksagonal, pentagonal.

## 3. Bentuk Virus

Bentuk virus bermacam-macam, yaitu silindris, kotak, oval, memanjang, dan polihedron.

## 4. Ukuran Virus

Ukuran virus lebih kecil dari bakteri antara 30 nm - 300 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ).

Kerjakan Latihan 2.1 berikut yang akan menumbuhkan **kreativitas**, **rasa ingin tahu**, dan mengembangkan **kecakapan personal** serta **akademik** kalian!

### Latihan 2.1

Buatlah gambar struktur virus lengkap dengan bagian-bagiannya! Kerjakan dalam buku latihan kalian!

## C. Klasifikasi Virus

Virus diklasifikasikan berdasarkan:

### 1. Berdasarkan Tempat Hidupnya

#### a. *Virus bakteri (bakteriofage)*

Bakteriofage adalah virus yang menggandakan dirinya sendiri dengan menyerang bakteri. Dibandingkan dengan kebanyakan virus, ia sangat kompleks dan mempunyai beberapa bagian berbeda yang diatur secara cermat. Semua virus memiliki asam nukleat, pembawa gen yang diperlukan untuk menghimpun salinan-salinan virus di dalam sel hidup.

Pada virus T4 asam nukleatnya adalah DNA, tetapi pada banyak virus lain, termasuk virus penyebab AIDS, polio, dan flu, asam nukleatnya adalah RNA. Pada virus RNA, RNA "baru" dibuat dengan cara menggandakan langsung RNA "lama" atau dengan lebih dulu membentuk potongan DNA pelengkap.

Virus bakteriofage mula-mula ditemukan oleh ilmuwan Prancis, D'Herelle.

Bentuk luar terdiri atas kepala yang berbentuk heksagonal, leher, dan ekor. Bagian dalam kepala mengandung dua pilinan DNA. Bagian leher berfungsi menghubungkan bagian kepala dan ekor. Bagian ekor berfungsi untuk memasukkan DNA virus ke dalam sel inangnya.

#### **b. Virus tumbuhan**

Virus yang parasit pada sel tumbuhan. Contoh virus yang parasit pada tumbuhan: *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) dan *Beet Yellow Virus* (BYV).

#### **c. Virus hewan**

Virus yang parasit pada sel hewan. Contoh virus hewan: virus Poliomyelitis, virus Vaccina, dan virus Influenza.

## **2. Berdasarkan Molekul yang Menyusun Asam Nukleat**

Dibedakan menjadi: DNA pita tunggal (DNA ss), DNA pita ganda (DNA ds), RNA pita tunggal (RNA ss), dan RNA pita ganda (RNA ds).



**Gambar 2.2** Virus bakteriofage yang menyerang *Echerichia coli*

Sumber: Jendela IPTEK Jilid 11, 2001 : 59

### **Tahukah kamu?**

#### **Penempelan Bakteriofage T4 pada Bakteri**

Bakteriofage T4 tidak dapat berkeliling dan menemukan sel yang menjadi tuan rumah secara tak sengaja. Jika ia bertabrakan dengan bakteri, benang ekornya secara otomatis menempel ke dinding sel bakteri dan ikatan kimia menahannya dalam posisi itu. Virus kini siap menyuntikkan DNA-nya ke sel dan membuatnya terinfeksi.

Sumber: Jendela IPTEK Jilid 11, 2001 : 58

### 3. Berdasarkan Punya Tidaknya Selubung Virus

Dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu:

#### a. Virus yang memiliki selubung atau sampul (*enveloped virus*)

Virus ini memiliki nukleokapsid yang dibungkus oleh membran. Membran terdiri dari dua lipid dan protein, (biasanya glikoprotein). Membran ini berfungsi sebagai struktur yang pertama-tama berinteraksi. Contoh: *Herpesvirus*, *Coronavirus*, dan *Orthomuxovirus*.

#### b. Virus yang tidak memiliki selubung

Hanya memiliki capsid (protein) dan asam nukleat (*naked virus*). Contoh: *Reovirus*, *Papovirus*, dan *Adenovirus*.

Kerjakan Tugas 2.2 berikut yang akan mendorong kalian **mencari informasi lebih jauh**, mengembangkan **kecakapan sosial**, dan menambah **wawasan kontekstual** kalian!

### Tugas 2.2

Carilah informasi tentang virus, deskripsikan dengan lengkap satu jenis virus! Sebutkan kejadian-kejadian yang terjadi akibat virus di dalam masyarakat! Informasi bisa dari media cetak maupun media elektronik. Kerjakan bersama kelompok kalian! Kemudian dipresentasikan di kelas.

## D. Perkembangbiakan Virus

Untuk berkembang biak, virus harus menginfeksi sel inang. Inang virus berupa makhluk hidup lain, yaitu bakteri, sel tumbuhan, sel hewan. Cara reproduksi virus dikenal dengan proliferasi.

### 1. Tahap-tahap Perkembangbiakan Virus

Daur virus dapat dibedakan menjadi daur litik dan daur lisogenik.

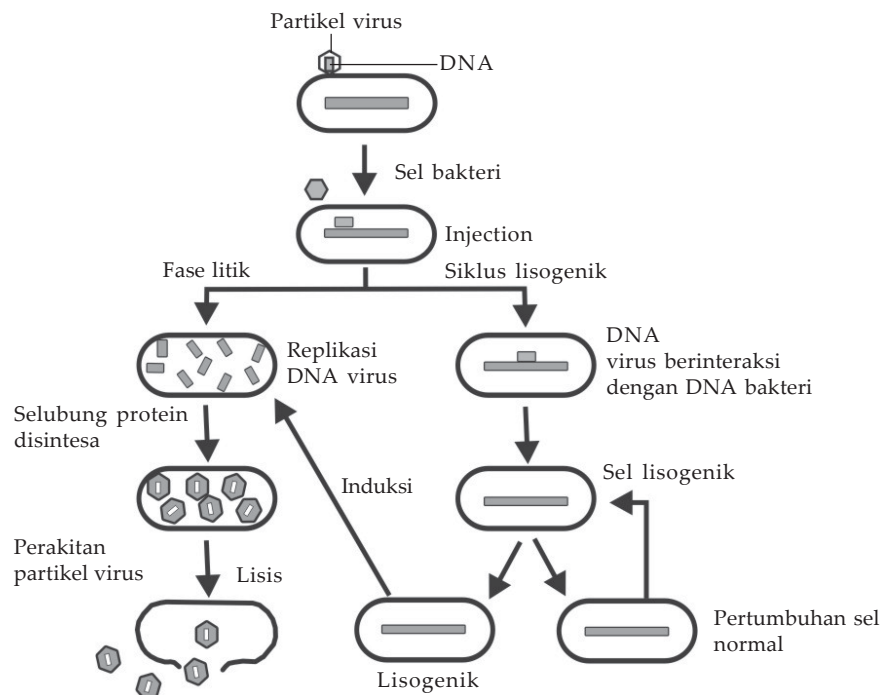
#### a. Daur litik

- 1) Absorpsi (fase penempelan).
- 2) Infeksi (fase memasukkan asam nukleat).
- 3) Sintesis (fase pembentukan).
- 4) Perakitan.
- 5) Lisis (fase pemecahan sel inang).

### b. Daur lisogenik

Kadang-kadang virus ini melakukan daur lisogenik dengan tahap-tahapnya:

- 1) Fase absorpsi.
- 2) Fase injeksi.
- 3) Fase penggabungan.
- 4) Fase pembelahan.
- 5) Fase sintesis.
- 6) Fase perakitan.
- 7) Fase litik.



Gambar 2.3 Infeksi secara litik dan secara lisogenik pada virus

## 2. Pembajakan Lima Langkah

Virus menggandakan dirinya sendiri dengan membajak materi genetik dari suatu sel hidup. Urutan lima langkah ini memperlihatkan bagaimana bakteriofage T4 melaksanakan proses ini.

- a. Siklus dimulai dengan merekatkan diri ke dinding sel bakteri.
- b. Selama tahap penetrasi, DNA virus masuk ke sel.
- c. Ia kemudian mengendalikan sel. Proses normal sel terhenti, dan sebagai gantinya ia membuat salinan bagian komponen virus.
- d. Dalam tahap penyusunan, bagian-bagian yang berbeda-beda disatukan untuk menghasilkan virus baru.
- e. Akhirnya, salinan atau virus "replika" ke luar dari sel.



Kerjakan Latihan 2.2 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu**, mengembangkan **kecakapan personal**, dan **kecakapan akademik** kalian!

## Latihan 2.2

Bedakan daur litik dan lisogenik pada reproduksi virus! Kerjakan dalam buku latihan! Kemudian diskusikan!

### E. Peranan Virus bagi Kehidupan

#### 1. Virus yang Menguntungkan:

1. Untuk membuat antitoksin.
2. Untuk melemahkan bakteri.
3. Untuk reproduksi vaksin.

#### 2. Virus yang Merugikan:

##### a. Menyebabkan penyakit pada manusia

- 1) *Orthomyxovirus*, yang menyebabkan influenza.
- 2) *Paramyxovirus*, menyebabkan penyakit campak.
- 3) *Herpesvirus varicella*, menyebabkan cacar air.
- 4) *Corona*, menyebabkan SARS (*Severe Accute Respiratory Syndroms*), merupakan penyakit yang menyerang sistem pernapasan.
- 5) Virus *Cikungunya*, menyebabkan penyakit cikungunya.
- 6) Virus *hepatitis A* dan *hepatitis B*, menyebabkan penyakit hepatitis.
- 7) Virus *Onkogen*, menyebabkan kanker.
- 8) Tagovirus (*flavovirus*), menyebabkan demam berdarah.
- 9) HIV (*Human Immunodeficiency Virus*), menyebabkan AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome*).

#### Tahukah kamu?

##### Flu Burung

Flu burung (*Avian Influenza*) sebenarnya lebih tepat disebut flu unggas. Disebabkan oleh virus H5N1, semula hanya menyerang unggas, tetapi akhir-akhir ini dapat menular pada manusia dan hewan lain.

**Sumber:** [www.baggas.composes](http://www.baggas.composes), 2005

**b. Menyebabkan penyakit pada hewan**

- 1) *Polyma*, penyebab tumor pada hewan.
- 2) *Rous Sarcoma Virus* (RSV), penyebab kanker pada ayam.
- 3) *Rhabdovirus*, penyebab rabies pada vertebrata (anjing, kera, dan lain-lain). Vaksin rabies ditemukan oleh Louis Pasteur.
- 4) Tetelo pada ayam atau NCD (*New Castle Disease*).
- 5) Penyakit kuku dan mulut pada ternak, seperti sapi dan kambing.

**c. Menyebabkan penyakit pada tumbuhan**

- 1) Virus mozaik penyebab mozaik (bercak kuning) pada tembakau.
- 2) CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*) penyebab penyakit pada jeruk.
- 3) Virus tungro, penyebab penyakit pada tanaman padi. Vektornya adalah wereng hijau dan wereng coklat.

Kerjakan Latihan 2.3 berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja, kreativitas, rasa ingin tahu** kalian, serta mendorong kalian untuk **mencari informasi lebih jauh!**

**Latihan 2.3**

Buatlah analisis tentang penularan dan pencegahan virus serta nama virusnya! Bisa dari berbagai sumber. Kerjakan dalam bentuk laporan! Kemudian diskusikan!

**Rangkuman**

1. Virus tidak dapat diklasifikasikan sebagai sel karena virus tidak memiliki nukleus dan sitoplasma.
2. Bentuk virus bermacam-macam, yaitu silindris, oval, memanjang, kotak, bentuk kecebong, dan polihedron.
3. Ukuran virus lebih kecil dari bakteri antara 30 nm - 300 nm (1 nm =  $10^{-9}$  m).
4. Dalam berkembang biak virus mengalami daur litik dan daur lisogenik.
5. Peranan virus bagi kehidupan ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan.



**A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!**

1. Arti bakteriofage adalah ....
  - a. bakteri pemakan virus
  - b. virus hanya dapat hidup di dalam tubuh bakteri
  - c. tidak semua bakteri dapat menjadi tempat kehidupan virus
  - d. virus tidak akan dapat makan bakteri, karena ukuran bakteri beberapa milimikron
  - e. virus walaupun kecil, tetapi dapat memakan bakteri dengan menginfeksi DNA ke dalam tubuh bakteri dan menguasai semua aktivitas bakteri
2. Beberapa ciri jasad renik adalah:
  - 1) Bersifat uniseluler.
  - 2) Inti prokariotik.
  - 3) Reproduksi terjadi dalam sel hidup.
  - 4) Dapat menembus jaringan bakteri.
  - 5) Mempunyai selubung dari protein.
  - 6) Bergerak dengan menggunakan pseudopodia.Ciri-ciri virus adalah ....
  - a. 1, 2, dan 3
  - b. 1, 5, dan 6
  - c. 2, 3, dan 4
  - d. 3, 4, dan 5
  - e. 4, 5, dan 6
3. Struktur virus terdiri atas ....
  - a. ADN dan ARN
  - b. capsid dan capsomer
  - c. molekul protein
  - d. capsomer dan protein
  - e. ADN, ARN, dan capsid
4. Berikut ini penyakit yang disebabkan oleh virus, *kecuali* ....
  - a. polio
  - b. influenza
  - c. kanker
  - d. rabies
  - e. kolera

5. Sifat virus yang menunjukkan cirinya sebagai makhluk hidup adalah kemampuannya ....
  - a. memasuki jaringan
  - b. mengikat O<sub>2</sub>
  - c. menjadi kristal
  - d. bergerak aktif
  - e. bereproduksi
6. Hubungan yang benar antara penyebab dan penyakit yang disebabkan oleh virus adalah ....
  - a. *Paramyxovirus* - gondong
  - b. *Togavirus* - cacar
  - c. *Orthomyxovirus* - demam berdarah
  - d. *HIV* - herpes
  - e. *Picomavirus* - influenza
7. Manfaat virus bagi kehidupan manusia adalah ....
  - a. antibiotik dan vaksin
  - b. vaksin dan penelitian genetika
  - c. antibiotik dan penelitian genetika
  - d. fermentasi dan vaksin
  - e. antitoksin dan vaksin
8. Siklus lisis berbeda dengan siklus lisogenik, karena pada siklus lisogenik tidak terjadi ....
  - a. individu baru
  - b. adsorpsi
  - c. penetrasi
  - d. profage
  - e. replikasi
9. Virus hanya dapat dilihat dengan ....
  - a. mikroskop biasa
  - b. mikroskop fase kontras
  - c. mikroskop elektron
  - d. mikroskop binokuler
  - e. mikroskop stereo
10. Ilmu yang mempelajari tentang virus disebut ....
  - a. enterologi
  - b. virologi
  - c. vaksinologi
  - d. sitologi
  - e. mikrobiologi

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Mengapa virus termasuk organisme aseluler? Sebutkan ciri-cirinya!
2. Bedakan mengenai nukleat virus tumbuhan dan virus hewan, dan masing-masing berikan dua contoh!
3. Jelaskan mengapa penyakit AIDS sulit disembuhkan!
4. Sebutkan macam-macam penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan yang disebabkan oleh virus!
5. Jelaskan daur litik dan lisogenik pada virus!

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **kreativitas**, **rasa ingin tahu**, dan mengembangkan **kecakapan personal** kalian!

**Tugas Portofolio**

Buatlah poster tentang bahaya, cara penularannya, dan pencegahan penyakit AIDS dan H5N1 (*Avian Influenza*)!

## Bab III

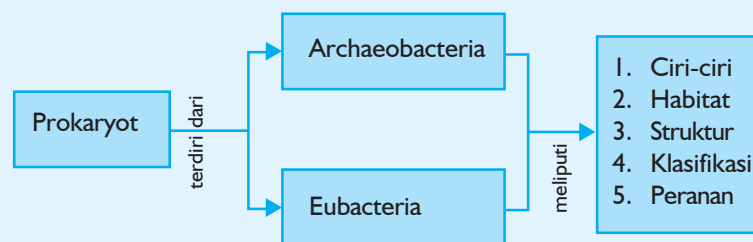
# Archaeobacteria dan Eubacteria

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: Ilmu Pengetahuan Populer

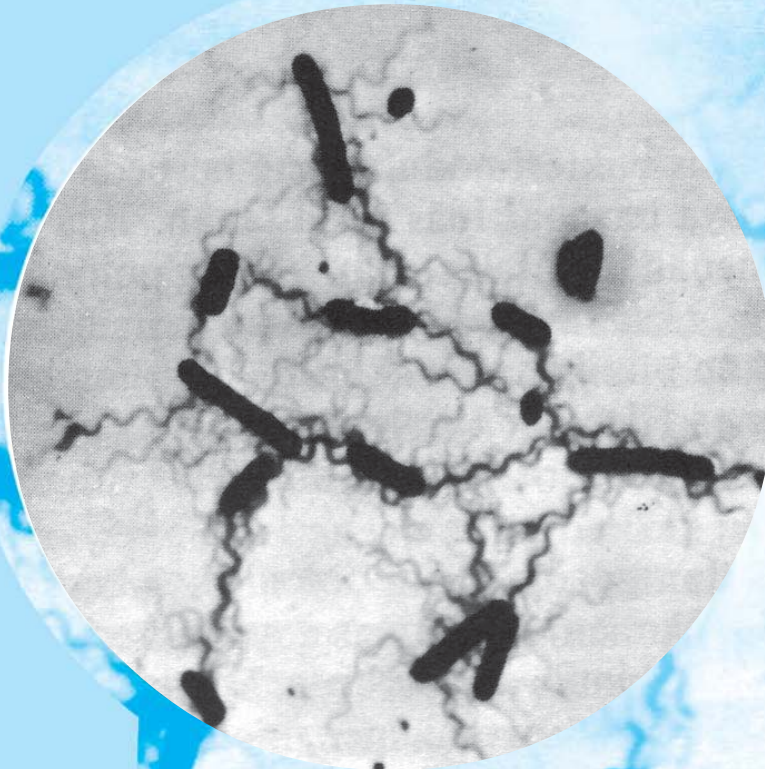
Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat membedakan antara Archaeobacteria dan Eubacteria dan dapat memanfaatkan bakteri yang bersifat menguntungkan serta mencegah penyakit akibat bakteri dalam kehidupan.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab III:

1. Prokaryot
2. Archaeobacteria
3. Eubacteria
4. Bakteri dan manusia



**Gambar 3.1** *Basil tetanus*

**Sumber:** *Ilmu Pengetahuan Populer Jilid 6, 2002 : 27*

Selama bertahun-tahun bahaya yang disebabkan oleh bakteri dalam penyebaran penyakit telah dipublikasikan secara luas, banyak orang berpendapat bahwa semua bakteri adalah musuh umat manusia yang mencemari makanan dan minuman kita, terdapat di tanah dan di udara, menanti untuk hinggap pada diri kita sebagai korbannya, seperti misalnya basil tetanus yang menyebabkan penyakit tetanus. Akan tetapi, dapat pula dilihat manfaat yang kita peroleh dari bakteri untuk mengimbangi kerugian yang mungkin diperbuat oleh sebagian bakteri.

## A. Prokaryot

Istilah prokaryot berarti “sebelum” nukleus (dari bahasa Yunani) bukan berarti “tanpa” nukleus. (*Frank B. Salisbury dan Cleon W Ross, 1995:3*)

Prokaryot adalah organisme paling banyak yang ada di bumi, yang paling awal muncul, mereka adalah bentuk pertama dari kehidupan.

Prokaryot adalah organisme bersel tunggal yang tidak mempunyai membran nukleus. Prokaryot telah berevolusi menjadi beberapa bentuk, dan sekarang menjadi bagian dari setiap kehidupan di bumi. Mereka telah ditemukan di dasar samudra 9,6 km di bawah permukaan air dan di bagian Arctic dan Antartika.

Tidak seperti organisme yang lain, prokaryot mempunyai sedikit perbedaan morfologi yang dapat digunakan untuk mengelompokkannya, prokaryot tidak bervariasi dalam ukuran dan bentuk. Secara tradisional telah dikelompokkan berdasarkan struktur, fisiologi, dan komposisi molekuler.

Prokaryot mempunyai beberapa ciri-ciri, yaitu:

1. Tidak mempunyai membran nukleus.
2. Mempunyai ribosom yang berbeda dengan eukaryot.
3. Hampir semua prokaryot lebih kecil dari eukaryot yang paling kecil.
4. Bersel tunggal (*uniseluler*).

Dengan membandingkan ribosom RNA, para ilmuwan telah menemukan bahwa ada 2 tipe yang berbeda dari prokaryot, yaitu: *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* (bakteri).

Kerjakan Latihan 3.1 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu** dan mengembangkan **kecakapan personal** kalian!

### Latihan 3.1

Sebutkan perbedaan antara Prokaryot dengan Eukaryot!



## B. Archaeobacteria

Dalam sistem klasifikasi pada sistem enam kingdom, Archaeobacteria termasuk dalam satu kingdom tersendiri. Yang termasuk Archaeobacteria, yaitu bakteri yang hidup di sumber air panas, di tempat berkadar garam tinggi, di tempat yang panas dan asam. Archaeobacteria termasuk kelompok prokariotik. Pertama kali diidentifikasi pada tahun 1977 oleh Carl Woese dan George Fox. Ada tiga kelompok dari Archaeobacteria, yaitu methanogens, halophiles, dan thermophiles.

### 1. Ciri-ciri Archaeobacteria

Archaeobacteria memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- Sel bersifat prokaryotik.
- Lipida pada membran sel bercabang.
- Tidak memiliki mitokondria, retikulum endoplasma, badan golgi, dan lisosom.
- Habitat di lingkungan bersuhu tinggi, bersalinitas tinggi, dan asam.
- Berukuran  $0,1\ \mu\text{m}$  sampai  $15\ \mu\text{m}$ , dan beberapa ada yang berbentuk filamen dengan panjang  $200\ \mu\text{m}$ .
- Dapat diwarnai dengan pewarnaan Gram.

### 2. Habitat Archaeobacteria

Pada prinsipnya habitat Archaeobacteria di lingkungan bersuhu tinggi, bersalinitas tinggi dan asam. Tetapi biasanya Archaeobacteria dikelompokkan berdasarkan habitatnya, yaitu:

- Halophiles, yaitu lingkungan yang berkadar garam tinggi.
- Methanogens, yaitu lingkungan yang memproduksi methan. Ini dapat ditemukan pada usus binatang.
- Thermophiles, yaitu lingkungan yang mempunyai suhu tinggi.

Dalam contoh konkrit kalian dapat menemukan Archaeobacteria di gletser, asap hitam, tanah rawa, kotoran, air laut, tanah dan saluran pencernaan makanan pada binatang seperti ruminansia, dan rayap. Terdapat juga pada saluran pencernaan makanan pada manusia. Walaupun demikian, Archaeobacteria biasanya tidak berbahaya bagi organisme lainnya dan tidak satu pun dikenal sebagai penyebab penyakit.

### 3. Bentuk Archaeobacteria

Archaeobacteria berukuran dari  $0,1\ \mu\text{m}$  sampai  $15\ \mu\text{m}$ , dan ada beberapa Archaeobacteria yang berbentuk filamen mencapai panjang  $200\ \mu\text{m}$ .

Bentuk Archaeobacteria bervariasi, seperti berbentuk bola, batang, spiral, ceping, dan empat persegi panjang. Bentuk-bentuk yang berbeda ini menunjukkan perbedaan tipe metabolismenya.

#### 4. Klasifikasi Archaeobacteria

Menurut Woese, Kandler dan Wheelis, 1990, Archaeobacteria dibagi menjadi beberapa phylum, yaitu:

- a. *Phylum Grenarchaeota*
- b. *Phylum Euryarchaeota*
- c. *Halobacteria*
- d. *Methanococci*
- e. *Methanophyri*
- f. *Archaeoglobi*
- g. *Thermococci*
- h. *Thermoplasmata*
- i. *Phylum Korarchaeota*
- j. *Phylum Nanoarchaeota*

#### 5. Struktur Archaeobacteria

Dinding sel Archaeobacteria tidak mempunyai peptidoglikan, dinding selnya tipis, jika dikelompokkan berdasarkan teknik pewarnaan Gram (*Gram stain*) maka Archaeobacteria termasuk bakteri Gram negatif.

Kerjakan Tugas 3.1 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu** dan mengembangkan **kecakapan sosial** kalian serta mendorong kalian **mencari informasi lebih jauh!**

#### Tugas 3.1

Buatlah pendeskripsian Archaeobacteria ditinjau dari sejarah atau asal-usul dari kingdom ini, kerjakan secara berkelompok!

### C. Eubacteria (Bakteri)

Awalan Eu pada kata Eubacteria berarti sesungguhnya. Jadi, Eubacteria berarti bakteri yang sesungguhnya. Selanjutnya disebut bakteri saja atau bisa disebut dengan kuman atau basil.



## 1. Ciri-ciri Eubacteria

Eubacteria memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- Bersel tunggal, prokariotik, tidak berklorofil.
- Bersifat heterotrof.
- Ukuran tubuh 1 - 5 mikron.
- Reproduksi vegetatif dengan membelah diri dan generatif dengan paraseksual.
- Adaptasi terhadap lingkungan buruk membentuk endospora.

## 2. Struktur Anatomi Eubacteria

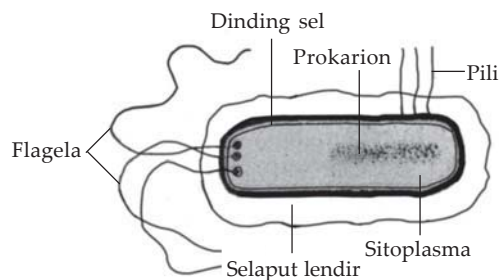
Struktur selnya terdiri atas:

### a. Bagian sel sebagai penutup sel

- 1) Kapsula: bagian paling luar berupa lendir berfungsi melindungi sel.
- 2) Dinding sel: tersusun atas peptidoglikan yang merupakan polimer besar atau polisakarida.
- 3) Membran plasma: bagian penutup paling dalam, mengandung enzim oksida atau enzim respirasi. Fungsinya sama dengan mitokondria pada sel eukariotik.

### b. Bagian sitoplasma

Sitoplasma berbentuk koloid mengandung butiran-butiran protein, glikogen, dan juga lemak. Sel bakteri tidak mengandung organel retikulum endoplasmik, badan golgi, mitokondria, lisosom, dan sentriol. Tetapi bakteri mengandung ribosom yang tersebar dalam sitoplasma. Bahan genetik berupa ADN atau kromosom di daerah sitoplasma tidak memiliki membran inti.



**Gambar 3.2 Struktur umum bakteri**

Sumber: Science encyclopedia, 1995

### 3. Klasifikasi Eubacteria

Bakteri dapat diklasifikasikan menurut beberapa cara:

#### a. Berdasarkan cara mendapatkan makanannya

##### 1) Bakteri heterotrof

Bakteri yang hidupnya tergantung pada organisme lain dalam hal pemenuhan zat organik sebagai sumber karbon (C).

Dibedakan menjadi 2, yaitu:

- a) Bakteri saprofit (*saproba*), hidup dari zat-zat organik yang berasal dari sisa-sisa makhluk hidup atau sampah.
- b) Bakteri parasit, hidup di dalam tubuh makhluk hidup atau bahan-bahan dari tubuh inangnya. Dibedakan menjadi:
  - (1) Bakteri parasit fakultatif, dapat hidup sebagai saprofit.
  - (2) Bakteri parasit obligat, hanya mutlak sebagai parasit.
  - (3) Bakteri patogen, menyebabkan penyakit pada hewan dan manusia.

##### 2) Bakteri autotrof

Bakteri yang mampu menyusun makanan sendiri dengan sumber karbon (C) yang berasal dari senyawa anorganik ( $\text{CO}_2$  atau karbonat).

Dibedakan menjadi:

- a) Bakteri fotoautotrof, energi untuk sintesis berasal dari cahaya. Contoh bakteri ungu dan bakteri hijau.
- b) Bakteri kemoautotrof, energi untuk sintesis makanan berasal dari reaksi-reaksi kimia. Contoh: *Nitrosococcus*, *Nitrosobacter*, dan *Nitrosomonas*.

#### Tahukah kamu?

Bakteri *Eudiplodinium negleiturum* yang terdapat di dalam tubuh manusia memecah selulosa dengan menggunakan enzim selulase yang dihasilkannya. Enzim selulase tersebut juga dihasilkan oleh serangga pemakan kayu, misalnya rayap.

#### b. Berdasarkan kebutuhan oksigen pada waktu respirasi

##### 1) Bakteri aerob

Bakteri yang memerlukan oksigen bebas dalam kehidupannya. Contoh: *Nitrosococcus* dan *Nitrosomonas*.

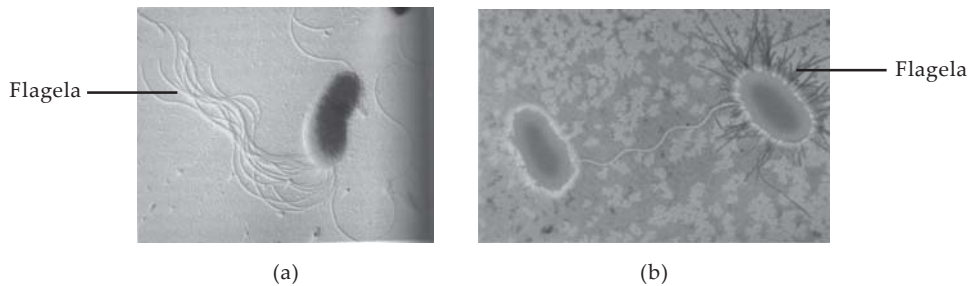
2) *Bakteri anaerob*

Bakteri yang tidak membutuhkan oksigen bebas dalam kehidupannya. Contoh:

- a) *Clostridium tetani* (anaerob obligat)
- b) *Escherichia coli* (anaerob fakultatif)
- c) *Salmonella* (anaerob fakultatif)
- d) *Shigella* (anaerob fakultatif)

**c. Berdasarkan jumlah dan kedudukan flagela**

- 1) Atrik: tidak mempunyai flagela.
- 2) Monotrik: mempunyai flagela pada satu ujungnya.
- 3) Lofotrik: mempunyai sejumlah flagela pada salah satu ujungnya.
- 4) Amfitrik: mempunyai sejumlah flagela pada kedua ujungnya.
- 5) Peritrik: mempunyai flagela pada semua permukaan tubuh.



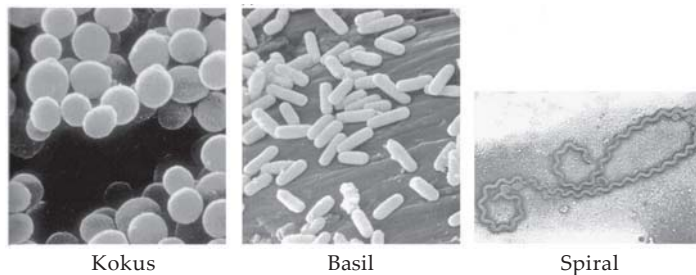
**Gambar 3.3** Bakteri lofotrik (a) dan peritrik (b)

**Sumber:** *Biology Life on Earth*, 1999 : 358-359

**d. Berdasarkan bentuknya**

- 1) *Kokus (coccus)* → bentuk bulat seperti bola, dibedakan atas:
  - a) Monococcus, tersusun satu-satu. Contoh: *Monococcus gonorrhoe*.
  - b) Diplococcus, bergandengan dua-dua. Contoh: *Diplococcus pneumoniae*.
  - c) Tetracoccus, bergandengan empat-empat.
  - d) Sarcina, bergerombol membentuk kubus.
  - e) Staphylococcus, bergerombol membentuk buah anggur. Contoh: *Staphylococcus aureus*.
  - f) Streptococcus, bergandengan membentuk rantai.

- 2) *Basil (bacillus)* → bentuk batang (silinder), dibedakan atas:
  - a) *Diplobacillus*, bergandengan dua-dua. Contoh: *Salmonella typhosa*.
  - b) *Streptobacillus*, bergandengan membentuk rantai. Contoh: *Azetobacter*.
  - c) *Monobacillus*, tunggal (satu-satu). Contoh: *Eschericia coli*.
- 3) *Spiral (spirillum)* → bentuk spiral (lengkung), dibedakan atas:
  - a) *Vibrio* (bentuk koma), lengkung kurang dari setengah lingkaran. Contoh: *Vibrio cholerae*.
  - b) *Spiral*, lengkung lebih dari setengah lingkaran. Contoh: *Spirochaeta pallidum*.



**Gambar 3.4** Bentuk umum tubuh bakteri

Sumber: *Biology Life on Earth*, 1999 : 351

#### 4. Gram Stain (Pewarnaan Gram)

Pada tahun 1884 Christian Joachim Gram, seorang ahli bakteriologi asal Denmark menemukan teknik Gram Stain (pewarnaan gram). Teknik ini adalah memberikan pewarnaan pada bakteri. Sel bakteri diwarnai dengan kristal violet atau pewarna ungu dan kemudian dicuci dengan alkohol atau aseton. Bakteri yang warna ungunya tidak luntur disebut bakteri gram positif. Bakteri ini mempunyai dinding sel yang tebal sehingga pewarna ungu tidak akan larut ketika dicuci dengan alkohol atau aseton. Adapun bakteri yang warna ungunya luntur disebut bakteri gram negatif. Bakteri yang dinding selnya tipis ini selanjutnya diwarnai dengan safranin atau pewarna merah.

#### 5. Reproduksi Eubacteria

- a. Reproduksi bakteri pada umumnya aseksual, yaitu dengan pembelahan biner dari satu bakteri membelah menjadi 2 dan seterusnya.

- b. Reproduksi secara seksual tidak terjadi pada bakteri, tetapi terjadi pemindahan materi genetik dari satu bakteri ke bakteri lain tanpa menghasilkan zigot. Peristiwa ini disebut paraseksual.

Ada 3 cara proses paraseksual, yaitu:

- a. Transformasi, perpindahan sedikit materi genetik atau ADN bahkan hanya satu gen saja ke bakteri lain dengan proses fisiologis yang kompleks.
- b. Konjugasi, bergandengnya dua bakteri dengan membentuk jembatan untuk pemindahan materi genetik.
- c. Transduksi, pemindahan materi genetik dengan perantara virus.

Kerjakan Latihan 3.2 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu** dan mengembangkan **kecakapan personal** kalian!

### Latihan 3.2

Bandingkanlah Archaeobacteria dan Eubacteria, perbedaan apakah yang paling mendasar? Kemudian komunikasikan pada temanmu di kelas!

## D. Bakteri dan Manusia

Pengetahuan tentang bakteri adalah hasil dari penelitian tentang penyakit-penyakit yang mereka sebar pada manusia. Untuk itu kalian harus mengetahui tentang bakteri patogen dan bagaimana mereka menyebabkan penyakit, kalian juga harus mengetahui bagaimana bakteri berguna untuk kalian. Bakteri digunakan dalam industri makanan, lingkungan, dan kimia.

### 1. Bakteri dan Kesehatan

Banyak orang berpikir bahwa bakteri adalah kuman penyebab penyakit. Ilmu yang mempelajari penyakit disebut patologi. Bakteri penyebab penyakit disebut patogen. Beberapa bakteri menyebabkan penyakit dengan memproduksi racun yang disebut toksin.

Toksin dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:

- a. Eksotoksin

Adalah toksin yang dibuat dari protein. Eksotoksin diproduksi oleh bakteri Gram positif. Contoh penyakit yang disebabkan oleh eksotoksin adalah tetanus.

b. Endotoksin

Adalah toksin yang dibuat dari lemak dan karbohidrat yang bergabung dengan membran luar dari bakteri Gram negatif, seperti *Eschericia coli*.

## 2. Peranan Bakteri bagi Kehidupan

Bakteri mempunyai peranan yang sangat besar bagi kehidupan, baik menguntungkan maupun yang merugikan.

### a. Bakteri yang menguntungkan

1) Bakteri yang bermanfaat dalam produksi bahan makanan:

- a) *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus bulgaricus*, untuk membuat yoghurt.
- b) *Acetobacter xylinum*, untuk membuat nata de coco
- c) *Acetobacter*, untuk membuat asam cuka.
- d) *Streptococcus lactis*, untuk membuat mentega.
- e) *Lactobacillus sp* untuk membuat terasi.

2) Bakteri penghasil antibiotik:

- a) *Streptomyces griceus*, penghasil streptomisin.
- b) *Streptomyces aureofaciens*, penghasil aureomisin.
- c) *Streptomyces venezuelae*, penghasil kloramfenikol.

3) Bakteri penyubur tanah:

- a) *Rhizobium leguminosarum* ber-simbiosis pada akar tanaman kacang-kacangan dan dapat mengikat nitrogen. *Azetobacter*, *Chlorococcum*, *Clostridium pasteurianum*, *Rhodospirillum rubrum* yang hidup bebas dan dapat mengikat nitrogen.
- b) *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*, dapat mengubah amonia menjadi nitrit, dan *Nitrobacter*, dapat mengubah nitrit menjadi nitrat.

### Tahukah kamu?

Resistensi bakteri juga disebabkan oleh penggunaan antibiotika yang tidak tepat. Sering kali pemberian antibiotika dihentikan bila gejala penyakit menghilang. Pada kenyataannya, bakteri tersebut hanya menjadi lemah tetapi belum mati.

Sumber: Ensiklopedi Umum untuk Pelajar  
Jilid 1, 2005 : 101

**b. Bakteri yang merugikan**

1) Pada manusia

**Tabel:** Beberapa bakteri yang menyebabkan penyakit

Nama Bakteri	Penyakit	Bentuk	Tempat Infeksi
<i>Clostridium tetani</i>	Tetanus	Batang	Otot
<i>Diplococcus pneumoniae</i>	Pneumonia	Bola	Paru-paru
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	TBC	Batang	Paru-paru
<i>Mycobacterium leprae</i>	Lepra	Batang	Kulit
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Raja singa	Spiral	Alat kelamin
<i>Pasteurella pestis</i>	Pes (sambar)	Batang	Kelenjar darah
<i>Salmonella typhosa</i>	Tipus	Batang	Usus halus
<i>Shigella dysenteriae</i>	Disentri	Batang	Kelenjar darah
<i>Trypanema pallidum</i>	Sifilis	Spiral	Alat kelamin
<i>Vibrio comma</i>	Kolera	Koma	Usus halus

2) Pada hewan

- Actinomyces bovis*: bengkak rahang pada sapi.
- Bacillus anthrax*: penyakit antraks pada ternak.
- Streptococcus*: radang payudara sapi.
- Cytopage columnaris*: penyakit pada ikan.

3) Pada tanaman

- Xanthomonas oryzae*: menyerang pucuk batang padi.
- Xanthomonas campestris*: menyerang tanaman kubis.
- Pseudomonas solanacearum*: layu pada terung-terungan.
- Erwina carotovora*: busuk pada buah-buahan.

4) Yang merusak bahan makanan:

- Acetobacter*: merubah etanol (alkohol) menjadi asam cuka sehingga merugikan perusahaan anggur.
- Pseudomonas*: membentuk asam bongkrek (racun) pada tempe bongkrek.
- Clostridium botulinum*: penghasil racun makanan.



Kerjakan Tugas 3.2 berikut yang akan menumbuhkan **kreativitas**, **rasa ingin tahu**, mengembangkan **kecakapan hidup**, dan menambah **wawasan kontekstual** kalian!

### Tugas 3.2

Buatlah rangkuman tentang bakteri yang bermanfaat dan membahayakan baik bagi manusia atau organisme lainnya, rangkuman berisi sesuatu yang benar-benar terjadi dalam kehidupan masyarakat! Carilah informasi tersebut dari media cetak maupun media elektronik! Kerjakan dalam bentuk laporan!

### Rangkuman

1. Prokaryot adalah organisme bersel tunggal yang tidak mempunyai membran nukleus.
2. Dengan membandingkan ribosom RNA, ditemukan 2 tipe yang berbeda dari prokaryot, yaitu Archaeobacteria dan Eubacteria (bakteri).
3. Yang termasuk Archaeobacteria, yaitu bakteri yang hidup di sumber air panas, di tempat berkadar garam tinggi, di tempat yang panas, dan asam.
4. Eubacteria atau bakteri dapat diklasifikasikan sebagai berikut:
  - a. Berdasarkan cara mendapatkan makanan
    - 1) Heterotrof
      - a) Saprofit
      - b) Parasit
        - (1) Fakultatif
        - (2) Obligat
        - (3) Patogen
    - 2) Autotrof
      - a) Fotoautotrof
      - b) Kemoautotrof
  - b. Berdasarkan kebutuhan oksigen pada waktu respirasi
    - 1) Aerob
    - 2) Anaerob

- c. Berdasarkan jumlah dan kedudukan flagelata
    - 1) Atrik
    - 2) Monotrik
    - 3) Lofotrik
    - 4) Amfitrik
    - 5) Peritrik
  - d. Berdasarkan bentuknya
    - 1) Kokus
    - 2) Basil
    - 3) Spiral
5. Bakteri berperan besar dalam kehidupan, baik menguntungkan maupun merugikan. Menguntungkan misalnya dalam produksi bahan makanan, penghasil antibiotik, dan penyubur tanah. Merugikan misalnya merusak bahan makanan, menyerang tanaman, dan penyebab penyakit.



## Evaluasi

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a, b, c, d, atau e*!

1. Makhluk hidup berikut ini termasuk prokaryot, *kecuali* ....
  - a. *Chlorella*
  - b. *Bacillus anthrax*
  - c. *Bacterium papaya*
  - d. *Clostridium pasteurianum*
  - e. *Streptococcus lactis*
2. Di bawah ini adalah ciri-ciri prokaryot, *kecuali* ....
  - a. uniseluler
  - b. tidak mempunyai membran nukleus
  - c. multiseluler
  - d. mempunyai ribosom
  - e. berukuran sangat kecil

3. *Archaeobacteria* yang halophiles banyak ditemukan di lingkungan yang . . . .
  - a. memproduksi metan
  - b. berkadar garam tinggi
  - c. mempunyai suhu tinggi
  - d. sangat lembap
  - e. sejuk
4. *Archaeobacteria* mempunyai bentuk yang bervariasi, yaitu . . . .
  - a. spherical, batang, spiral
  - b. segitiga, segiempat, segilima
  - c. bulat, lonjong, kotak
  - d. spiral, segienam, kotak
  - e. spherical, bulat, lonjong
5. Jika bakteri coccus membelah berulang kali ke segala arah, koloni yang terbentuk adalah . . . .
  - a. *monococcus*
  - b. *diplococcus*
  - c. *tetracoccus*
  - d. *streptococcus*
  - e. *staphylococcus*
6. Kehidupan Eubacteria dikatakan heterotrof apabila . . . .
  - a. semua kebutuhan hidup diperoleh dan diolah sendiri
  - b. semua kebutuhan hidup sebagian dapat diolah sendiri
  - c. semua kebutuhan hidup tergantung makhluk hidup lain
  - d. semua kebutuhan hidup memerlukan reaksi kimia yang menghasilkan energi
  - e. semua kebutuhan hidup dengan bantuan matahari sebagai sumber energi
7. Di bawah ini kelompok bakteri yang menguntungkan:
  - 1) *Azetobacter*
  - 2) *Nitrosococcus*
  - 3) *Nitrosomanas*
  - 4) *Rhodospirillum*
  - 5) *Clostridium pasteurianum*
 Bakteri penambat nitrogen adalah . . . .
 

a. 1, 2, dan 3	d. 2, 3, dan 4
b. 1, 3, dan 4	e. 2, 4, dan 6
c. 1, 4, dan 5	

8. *Lactobacillus casei* merupakan bakteri yang menguntungkan karena dapat digunakan untuk . . . .
  - a. memberikan aroma keju
  - b. pembuatan yoghurt
  - c. memberikan aroma mentega
  - d. pembuatan minuman
  - e. pembuatan alkohol
9. Pembuatan nata de coco memanfaatkan bakteri . . . .
  - a. *Acetobacter xylinum*
  - b. *Azetobacter*
  - c. *Rhodospirillum*
  - d. *Lactobacillus casei*
  - e. *Streptomyces griceus*
10. Bakteri dapat melakukan reproduksi, karena . . . .
  - a. mempunyai DNA
  - b. mempunyai asam nukleat
  - c. dapat membentuk spora
  - d. mempunyai nukleoprotein
  - e. mempunyai bahan-bahan penyusun inti sel

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Sebutkan ciri-ciri prokaryot!
2. Di manakah habitat dari *Archaeobacteria*?
3. Jelaskan perbedaan antara *Archaeobacteria* dengan *Eubacteria*!
4. Bagaimanakah reproduksi paraseksual pada bakteri?
5. Sebutkan peranan bakteri yang menguntungkan bagi kehidupan manusia!

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **semangat kewirausahaan, etos kerja, dan daya saing** kalian serta menambah wawasan kalian dalam **menggali potensi sumber daya alam!**

### Tugas Portofolio

#### Pembuatan Nata De Coco (sari kelapa)

Sari kelapa merupakan hasil fermentasi dari air kelapa oleh bakteri *Acetobacter xylinum*.

1. Alat dan bahan:
  - a. Panci
  - b. Pemanas
  - c. Pengaduk
  - d. Penyaring
  - e. Plastik atau botol
  - f. Pisau
  - g. Stoples
  - h. Air kelapa
  - i. Bibit
  - j. Cuka
  - k. Essence
  - l. Gula pasir
  - m. Natrium benzoat
  - n. Nanas
2. Cara kerja:
  - a. Pembuatan bibit (stater)
    - 1) Nanas dikupas dan dibersihkan, kemudian potong kecil-kecil dan hancurkan dengan blender seperti membuat juice!
    - 2) Juice nanas disaring, hingga tinggal ampasnya! Yakinkan sari nanas sudah betul-betul terpisah dari ampasnya!
    - 3) Campurkan sari nanas, air, dan gula dengan perbandingan 6 : 3 : 1, sampai tercampur merata!
    - 4) Masukkan campuran ke dalam botol, tutup rapat-rapat dan biarkan selama 2 - 3 minggu sampai terbentuk lapisan putih di atas campuran tersebut!
    - 5) Lapisan putih ini adalah koloni *Acetobacter xylinum* yang merupakan bibit untuk membuat sari kelapa.

- b. Pembuatan sari kelapa (*nata de coco*)
- 1) Panaskan 1 liter air kelapa yang telah disaring sampai mendidih, saat dipanaskan tambahkan 70 gram sampai 75 gram gula pasir.
  - 2) Biarkan dingin, setelah dingin tambahkan cuka hingga pH 4 - 5, masukkan ke dalam stoples yang steril!
  - 3) Ke dalam stoples masukkan bibit atau stater, kemudian tutup rapat-rapat dan disimpan selama 2 minggu!
  - 4) Buatlah laporan hasil percobaan dari awal sampai diperoleh hasil dan pemanfaatannya!

## Bab IV

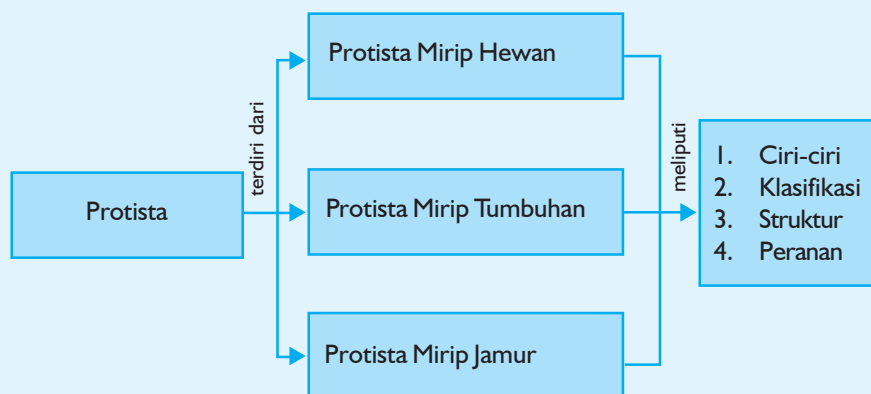
# Protista

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: *Ilmu Pengetahuan Populer*

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat membedakan antara Protista mirip hewan, Protista mirip tumbuhan, dan Protista mirip jamur. Selain itu dapat, memanfaatkan Protista yang menguntungkan dan dapat mencegah penyakit akibat Protista dalam kehidupan.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab IV:

1. Protozoa
2. Alga
3. Jamur Protista





**Gambar 4.1** Orang makan es krim

Sumber: [www.providencetherapy.com](http://www.providencetherapy.com), 2007

Es krim memang enak dan menyegarkan apalagi kalau tubuh sedang kepanasan. Kalian perlu tahu di balik kesegaran es krim tersebut ada peran dari Protista yang mirip tumbuhan. Ganggang merah dan hijau bisa dimanfaatkan sebagai bahan pematat dalam pembuatan es krim.

Banyak lagi yang bisa diungkap dari Kingdom Protista, meskipun sebagian dari anggota Protista bersifat parasit, namun sebagian yang lain memiliki berbagai manfaat, antara lain sebagai sumber bahan makanan, sumber bahan tambang, indikator minyak bumi, dan objek penelitian ilmiah.

## A. Protista Mirip Hewan (Protozoa)

Ciri-ciri dan klasifikasi Protozoa, yaitu:

### 1. Ciri-ciri Protozoa

Bersel satu. Inti eukariotik. Habitat di tempat berair atau lembap atau parasit pada organisme lain. Reproduksi dengan generatif dan vegetatif (generatif dengan konjugasi, vegetatif dengan membelah diri). Tidak berdinding selulosa. Ada yang soliter dan ada yang berkoloni.

### 2. Klasifikasi Protozoa

Berdasarkan alat geraknya dibedakan menjadi 4 kelas, yaitu:

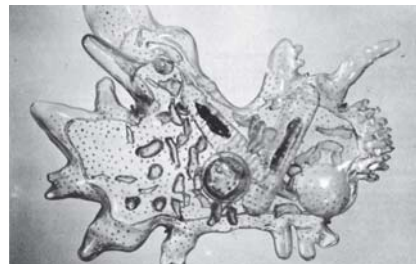
#### a. Rhizopoda (*Sarcodina*)

Alat geraknya berupa aliran isi sel atau tonjolan sitoplasma yang disebut **pseudopodia**. Contoh spesies dalam kelas Rhizopoda:

##### 1) *Amoeba*

Jenis *Amoeba* yang hidup di dalam tubuh manusia disebut Entamoeba, misalnya:

- Entamoeba dysenteriae*, penyebab penyakit disentri, karena menyerang dan merusak jaringan usus, disebut juga *Entamoeba histolitica*.
- Entamoeba ginggivalis*, hidup di rongga mulut.
- Entamoeba coli*, hidup dalam kolon, sebenarnya bukan parasit, tetapi kadang-kadang menyebabkan diare.



Gambar 4.2 Amoeba

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer Jilid 6, 2000 : 190

- Foraminifera*, hidup di laut, terlindung kerangka luar yang beruang banyak yang terbuat dari kalsium karbonat. Kerangka yang telah kosong mengendap di dasar laut dan merupakan tanah "globigerina". Fosilnya berguna sebagai petunjuk dalam pencarian minyak bumi.

#### Tahukah kamu?

*Foraminifera* dan *Radiolaria* sering dimanfaatkan di sektor pertambangan. Selain mengandung kapur, *Foraminifera* mengindikasikan kandungan minyak di dalam tanah. Adapun kerangka *Radiolaria* merupakan sumber bahan silikat.

Sumber: Ensiklopedi Umum untuk Pelajar Jilid 8, 2005 : 135

- 3) *Radiolaria*, hidup di laut. Kerangka tubuhnya tersusun dari silikat membentuk tanah radiolaria yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan penggosok.

**b. Flagellata (Mastigophora)**

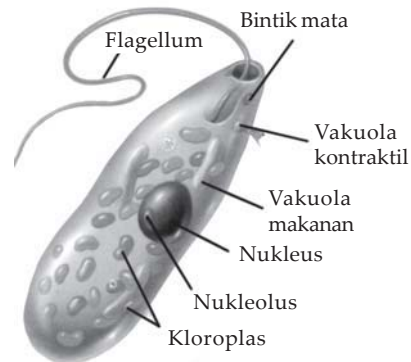
Alat gerak berupa bulu cambuk (flagellum).

Flagellata dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu:

- 1) Flagellata yang mempunyai kromatofora dan struktur yang mengandung pigmen hijau klorofil, disebut kelompok **fitoflagellata**.

Contoh:

- a) *Euglena viridis*, hidup di air tawar.  
b) *Volvox globator*, hidup di air tawar, berkoloni, merupakan kumpulan ribuan hewan bersel satu yang berflagel dua. Sel-sel pembentuk koloni dihubungkan dengan benang-benang plasma.



**Gambar 4.3** *Euglena*

Sumber: Biology Life on Earth,  
1999 : 369

- c) *Noctiluca miliaris*, hidup di laut, mempunyai dua flagel, yang satu panjang dan yang satu pendek, hewan ini menyebabkan laut tampak bercahaya pada waktu malam hari.

- 2) Flagellata yang tidak mempunyai pigmen klorofil disebut kelompok **zooflagellata**.

Contoh:

- a) *Trypanosoma gambiense* dan *Trypanosoma rhodosiense*, penyebab penyakit tidur pada manusia. Hospes perantaranya adalah lalat *tse-tse*, yaitu *Glossina palpalis* dan *Glossina morsitans*. *Trypanosoma* hidup di dalam kelenjar getah bening atau cairan serebro spinal manusia.  
b) *Trichomonas vaginalis*, parasit pada vagina saluran urine wanita.  
c) *Leishmania tropica*, penyebab penyakit kalaazar dengan tanda demam dan anemia.  
d) *Leishmania tropica*, penyebab penyakit kulit, disebut penyakit oriental.  
e) *Trypanosoma evansi*, penyebab penyakit sura (malas) pada ternak, hospes perantara lalat *tabanus*.

### c. *Ciliata (Ciliophora)*

Alat gerak berupa cilia atau bulu getar. Bentuk tubuh tetap, hidup di air tawar yang banyak mengandung zat organik dan bakteri. Ada yang hidup bersimbiosis di dalam usus vertebrata.

Contoh:

- 1) *Paramecium caudatum*, bereproduksi secara aseksual dengan membelah diri dengan arah transversal, seksual dengan konjugasi dengan terjadi pertukaran inti kecil (mikronukleus).
- 2) *Stentor*, bentuk seperti terompet dan menetap di suatu tempat.
- 3) *Vorticella*, bentuk seperti lonceng bertangkai panjang dengan bentuk lurus atau spiral yang dilengkapi cilia di sekitar mulutnya.
- 4) *Didinium*, predator pada ekosistem perairan, yaitu pemangsa *Paramecium*.
- 5) *Stylonichia*, bentuk seperti siput, ciliannya berkelompok. Banyak ditemukan pada permukaan daun yang terendam air.
- 6) *Balantidium coli*, habitat pada kolon manusia dan dapat menimbulkan balantidiosis (gangguan pada perut).

Lakukan Percobaan 4.1 berikut yang akan menumbuhkan **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan vokasional** dan **kecakapan sosial** serta menambah **wawasan kontekstual** kalian!

#### Percobaan 4.1

Lakukanlah pengamatan terhadap berbagai macam bentuk Protozoa!  
Kerjakan secara berkelompok!

##### Alat dan bahan:

- |                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| 1. Mikroskop              | 6. Air sawah           |
| 2. Kaca objek dan penutup | 7. Air sumur           |
| 3.. Pipet tetes           | 8. Air selokan         |
| 4. Air kolam              | 9. Air rendaman jerami |
| 5. Air sungai             | 10. HCl 5%             |

##### Cara kerja:

1. Ambil beberapa contoh air (kolam, sungai, sawah, sumur, selokan, dan rendaman jerami)!
2. Ambil salah satu macam air dengan pipet, teteskan di kaca objek dan tutup dengan kaca penutup!

3. Amati di bawah mikroskop, bila kurang jelas tetesi dengan larutan HCl 5%!
4. Catat hasilnya di dalam tabel pengamatan!
5. Ulangi untuk macam air lainnya!

**Tabel:** Hasil pengamatan Protozoa

No.	Macam Air	Gambar	Ciri-ciri	Keterangan

#### d. *Sporozoa*

Tidak mempunyai alat gerak. Dapat membentuk semacam spora dalam siklus hidupnya, bersifat parasit pada manusia atau hewan. Reproduksi dibagi menjadi dua:

- 1) *Aseksual* dengan schizogoni, yaitu membelah diri di dalam tubuh inang dan sporogoni, yaitu membuat spora di dalam tubuh inang perantara.
- 2) *Seksual* dengan peleburan makrogamet dan mikrogamet di dalam tubuh nyamuk.

Contoh:

- 1) *Plasmodium vivax*, penyebab malaria tertiana dengan masa sporulasi setiap 2 x 24 jam.
- 2) *Plasmodium falcifarum*, penyebab malaria tropikana dengan masa sporulasi setiap 1 x 24 jam.
- 3) *Plasmodium malaria*, penyebab malaria kuartana dengan masa sporulasi setiap 3 x 24 jam.
- 4) *Plasmodium ovale*, penyebab malaria ovale.

## B. Protista Mirip Tumbuhan (Ganggang/Alga)

### 1. Ciri-ciri Alga

Alga memiliki ciri-ciri, antara lain:

- a. Belum mempunyai akar, batang, dan daun sejati.
- b. Mempunyai klorofil, terdapat pirenoid yang berfungsi membentuk amilum.

- c. Bersel satu atau bersel banyak.
- d. Habitat di air tawar, air laut, dan di tempat-tempat yang lembap.
- e. Reproduksi:
  - 1) Aseksual dengan fragmentasi, pembelahan sel, pembentukan zoospora dan pembentukan zigospora.
  - 2) Seksual dengan konjugasi, pembentukan gamet jantan dan betina.

### Tahukah kamu?

#### Protista Mirip Tumbuhan

Protista tersebut merupakan organisme eukariotik pertama yang muncul di bumi, yaitu sekitar satu milyar tahun sebelum keberadaan tumbuhan dan hewan.

**Sumber:** Ensiklopedi Umum untuk Pelajar Jilid 8, 2005 : 134

## 2. Klasifikasi Alga

Berdasarkan macam klorofil dan pigmen lain yang dominan, alga dibagi menjadi empat divisio, yaitu:

### a. *Chlorophyta* (ganggang hijau)

#### 1) Ciri-ciri

Ada yang bersel satu, bersel banyak, berkoloni, berbentuk benang, dan lembaran. Selnnya eukaryot. Punya klorofil a dan b, dan pigmen tambahan karoten. Cara hidup bebas, sebagai epifit atau fitoplankton. Reproduksi aseksual dengan pembelahan sel (bersel tunggal), fragmentasi (koloni dan filamen), pembentukan zoospora (sel berflagel dua), aplanospora (spora yang tidak bergerak), dan autospora (aplanospora yang mirip dengan sel induk). Reproduksi seksual dengan isogami (peleburan dua gamet yang bentuk dan ukurannya sama), anisogami (peleburan dua gamet, yaitu yang ukurannya tidak sama) dan oogami (peleburan dua gamet, yaitu sperma dan sel telur).

#### 2) Klasifikasi *Chlorophyta*

Berdasarkan bentuk dan dapat tidaknya bergerak, *Chlorophyta* digolongkan menjadi beberapa genus, yaitu:

##### a) Alga hijau bersel satu tidak bergerak

Contoh: *Chlorococcum* (bulat, punya pirenoid), *Chlorella* (bulat, kloroplas berbentuk mangkuk, punya pirenoid sebagai sumber protein sel tunggal).



- b) Alga hijau bersel satu dapat bergerak  
Contoh: *Chlamydomonas* (bulat telur, berflagel dua di ujung depan, kloroplas berbentuk antara mangkuk dan pita, terdapat stigma (bintik mata)).
- c) Alga hijau berkoloni tidak bergerak  
Contoh: *Hydrodictyon* (koloni berbentuk jala inti, dan pirenoid banyak).
- d) Alga hijau berbentuk koloni bergerak  
Contoh: *Volvox* (koloni bulat, berisi beribu-ribu sel).
- e) Alga hijau berbentuk benang (filamen)  
Contoh:
  - (1) *Spirogyra* (benang tidak bercabang, inti tunggal, kloroplas berbentuk pita tersusun spiral, pirenoid banyak).
  - (2) *Oedogonium* (filamen tidak bercabang, kloroplas berbentuk jala, pirenoid banyak, inti satu besar).
- f) Alga hijau berbentuk thalus  
Contoh: *Ulva lactuca* (selada laut), bentuk lembaran seperti daun.

#### **b. *Phaeophyta* (ganggang cokelat)**

Tubuh menyerupai tumbuhan tinggi. Mempunyai klorofil a dan c, pigmen tambahan xantofil dan fikosantin. Habitat sebagian besar di laut. Reproduksi aseksual dengan fragmentasi, zoospora. Reproduksi seksual dengan oogami, sel telur dihasilkan oleh oogonia, dan sperma dihasilkan oleh anteridia. Contoh: *Laminaria sp* (penghasil asam alginat yang dibutuhkan untuk produksi tekstil, makanan, dan kosmetik), *Sargassum sp*, *Fucus*, *Turbinaria decurens*, *Macrocystis*.

#### **c. *Chrysophyta* (ganggang keemasan)**

##### **1) Ciri-ciri**

Habitat di air tawar. Bersel tunggal, membentuk koloni atau benang. Dinding sel mengandung silika. Cara hidup sebagai fitoplankton. Mempunyai klorofil a dan c, pigmen tambahan berupa karoten.

##### **2) Klasifikasi *Chrysophyta***

Dibagi menjadi tiga kelas, yaitu:

- a) *Xanthophyceae* (ganggang hijau kuning). Mempunyai klorofil, xantofil. Contoh: *Vaucheria sp*.
- b) *Chrysophyceae* (ganggang coklat-keemasan). Mempunyai klorofil dan karoten. Contoh: *Ochromonas*, *Synura*.



- c) *Bacillariophyceae* (diatom). Banyak dijumpai di atas permukaan tanah basah (sawah, got, parit). Tubuh uniseluler, ada yang berkoloni. Dinding sel tersusun atas dua belahan, yaitu kotak (hipoteka) dan tutup (epiteka). Contoh: *Navicula*, *Pinnularia*.

#### d. *Rhodophyta* (ganggang merah)

Habitat di laut. Tubuhnya bersel banyak. Mempunyai klorofil a dan d, pigmen tumbuhan fikosianin, fikoerithrin. Contoh: *Eucheuma spinosum* (bisa dibuat agar-agar), *Gelidium sp*, dan *Gracillaria sp*.

Manfaat ganggang bagi kehidupan manusia adalah:

1. Ganggang merupakan plankton, sebagai makanan ikan.
2. Agar-agar sebagai bahan makanan, kosmetik, dan farmasi dari anggota *Rhodophyta*, yaitu *Eucheuma*, *Gracillaria*, *Gelidium*.
3. Asam alginat sebagai bahan es krim, cat, kosmetik, dan tekstil. Bahan ini diekstraksi dari anggota *Phaeophyta*, yaitu *Laminaria*.
4. Bahan makanan sebagai protein sel tunggal (PST) dari anggota *Chlorophyta*, yaitu *Chlorella*.

Kerjakan Latihan 4.1 berikut yang akan menumbuhkan **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan akademik** kalian.

#### Latihan 4.1

Sebutkan perbedaan antara ganggang (protista mirip tumbuhan) dengan tumbuhan tingkat tinggi dalam bentuk tabel, meliputi akar, batang, daun, bunga, buah, biji, cara reproduksi, dan lain-lain yang berkaitan dengannya! Tulis di dalam buku latihan!

Lakukan Percobaan 4.2 berikut yang akan menumbuhkan **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan vokasional** kalian!

#### Percobaan 4.2

Lakukanlah pengamatan terhadap berbagai macam ganggang! Deskripsikanlah ciri-ciri tiap spesies, tulis juga ciri-ciri tiap spesies yang kalian dapatkan dari literatur! Cocokkanlah hasil pengamatan dengan literatur!

##### Alat dan bahan:

1. Cawan preparat
2. Pinset

3. Awetan dari berbagai macam ganggang:

- a. *Ulva lactuca*
- b. *Turbinaria decurens*
- c. *Gigartina mamilosa*
- d. *Eucheuma spinosum*
- e. *Sargassum sp*
- f. *Spyrogira sp*
- g. *Vaucheria sp*
- h. *Laminaria sp*
- i. *Gelidium sp*
- j. *Gracilaria sp*

**Cara kerja:**

1. Ambil satu spesies ganggang dengan pinset!
2. Letakkan spesies ganggang tersebut ke dalam cawan preparat!
3. Amatilah dengan saksama, kemudian deskripsikan ciri-cirinya, serta lengkapilah dengan gambarnya!
4. Buatlah juga klasifikasinya!
5. Ulangi untuk spesies yang lainnya!

## C. Protista Mirip Jamur (Jamur Protista)

Jamur Protista dibagi menjadi dua filum, yaitu:

### 1. *Mycomycota* (Jamur Lendir)

Habitat di hutan basah, batang kayu yang membusuk, sampah basah, dan tanah yang lembap. Fase vegetatif berbentuk seperti lendir. Sifat seperti *Amoeba*, reproduksi mirip jamur. Contoh: *Dictyostelium discoideum*.

### 2. *Oomycota* (Jamur Air)

Jamur air dimasukkan ke kingdom Protista karena strukturnya mirip alga, tetapi tidak berklorofil. Hifa tidak bersekat, intinya banyak. Dinding sel berupa selulosa. Reproduksi aseksual dengan zoospora dan seksual menghasilkan zigot. Contoh: *Phytophythora infestan* (parasit pada kentang), *Phytium* (penyebab penyakit busuk pada kecambah berbagai tanaman).

Kerjakan Latihan 4.2 berikut yang akan menumbuhkan rasa **ingin tahu**, mengembangkan **kecakapan personal**, dan **kecakapan akademik** kalian!

### Latihan 4.2

Jelaskan perbedaan antara jamur Protista dengan jamur (fungi), pakailah literatur yang lengkap sebagai acuan! Tulislah dalam buku latihan kalian!

### Rangkuman

1. Kingdom Protista meliputi semua organisme yang bukan hewan dan bukan tumbuhan yang eukariotik.
2. Anggota Protista ada yang mirip hewan, tumbuhan, dan jamur.
3. Protista mirip hewan adalah Protozoa.
4. Protozoa dibagi menjadi 4 kelas, yaitu: *Rhizopoda (Sarcodina)*, *Flagellata (Mastigophora)*, *Ciliata (Ciliophora)*, dan *Sporozoa*.
5. Protista mirip tumbuhan adalah ganggang (alga).
6. Alga dibagi menjadi 4 divisio, yaitu: *Chlorophyta* (alga hijau), *Phaeophyta* (alga cokelat), *Chrysophyta* (alga keemasan), dan *Rhodophyta* (alga merah).
7. Protista mirip jamur adalah Protista jamur. Terdiri *Mycomycota* (jamur lendir) dan *Oomycota* (jamur air).

**A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, *d*, atau *e*!**

1. Protozoa yang hidup di perairan laut, dapat melakukan bioluminesensi atau memancarkan cahaya sehingga laut menjadi terang adalah . . . .
  - a. *Heliozoa*
  - b. *Foraminifera*
  - c. *Arcella*
  - d. *Radiolaria*
  - e. *Noctilluca milliaris*
2. Tanah globigerina berasal dari rangka . . . .
  - a. *Arcella*
  - b. *Foraminifera*
  - c. *Diffugia*
  - d. *Radiolaria*
  - e. *Amoeba*
3. Ganggang merah atau Rhodophyceae menghasilkan bahan makanan yang sangat penting, sebab ganggang ini menghasilkan . . . .
  - a. asam lemak
  - b. selulosa
  - c. glukosa
  - d. agar-agar
  - e. protein
4. Ciri-ciri suatu tumbuhan:
  - 1) *Dapat bersimbiosis*
  - 2) *Tubuh uniseluler atau berkoloni*
  - 3) *Berupa filamen atau lembaran*Tumbuhan tersebut termasuk ke dalam kelompok . . . .
  - a. alga
  - b. monera
  - c. lumut
  - d. paku-pakuan
  - e. lumut kerak

5. Protozoa yang fosilnya berguna sebagai petunjuk dalam pencarian minyak bumi adalah . . . .
  - a. *Foraminifera*
  - b. *Amoeba*
  - c. *Radiolaria*
  - d. *Trypanosoma*
  - e. *Paramaecium*
6. Spesies ganggang merah (*Rhodophyta*) penghasil agar-agar adalah . . . .
  - a. *Navicula, Gelidium, Gracilaria*
  - b. *Gracilaria, Gelidium, Euchema*
  - c. *Euchema, Chlorella, Laminaria*
  - d. *Laminaria, Fucus, Euchema*
  - e. *Navicula, Fucus, Sargassum*
7. Tanah diatom adalah endapan dari ganggang . . . .
  - a. hijau
  - b. biru
  - c. kersik
  - d. merah
  - e. cokelat
8. Asam alginat sebagai bahan es krim, cat, kosmetik, dan tekstil dapat diekstraksi dari spesies . . . .
  - a. *Fucus*
  - b. *Gracilaria*
  - c. *Gelidium*
  - d. *Sargassum*
  - e. *Laminaria*
9. Pigmen tumbuhan pada alga cokelat adalah . . . .
  - a. karoten
  - b. fikosianin
  - c. xantofil dan fikosantin
  - d. fikosianin dan fikosantin
  - e. fikosantin dan fikoeritrin

10. Hubungan Protozoa dan penyakit yang ditimbulkan berikut benar, *kecuali* . . . .
- Trypanosoma evansi* - penyakit tidur
  - Entamoeba histolytica* - disentri
  - Leishmania donovani* - penyakit kalaazar
  - Plasmodium falciparum* - malaria tropikana
  - Trichomonas vaginalis* - infeksi saluran urine pada vagina

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

- Sebutkan 4 kelas Protozoa! Berdasarkan apakah penggolongan tersebut?
- Sebutkan 4 divisio ganggang beserta pigmen yang dikandungnya!
- Apa peranan ganggang bagi manusia?
- Terangkan reproduksi seksual pada *Rhodophyta* (ganggang merah)!
- Sebutkan 2 filum jamur Protista dengan ciri-cirinya!

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **kreativitas**, **keingintahuan**, dan mengembangkan **kecakapan sosial** serta **kecakapan akademik** kalian!

**Tugas Portofolio**

Susunlah sebuah laporan tertulis kajian tentang peranan Protista bagi kehidupan baik yang menguntungkan maupun yang merugikan! Bekerjalah secara berkelompok, bentuklah kelompok yang terdiri atas 3 - 4 anak! Sumber-sumbernya dapat kalian cari dari berbagai sumber!

## Bab V

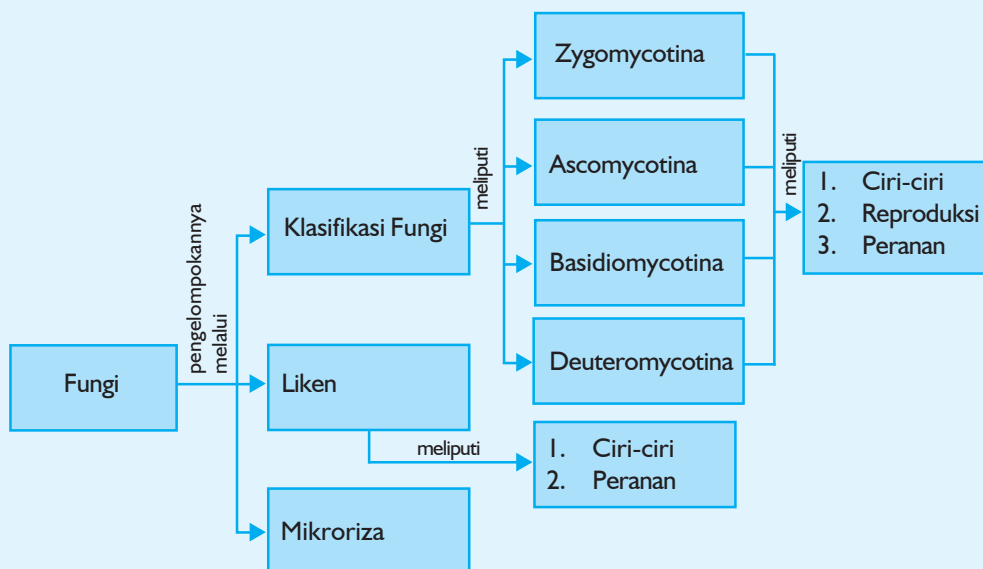
# Fungi

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: Ilmu Pengetahuan Populer

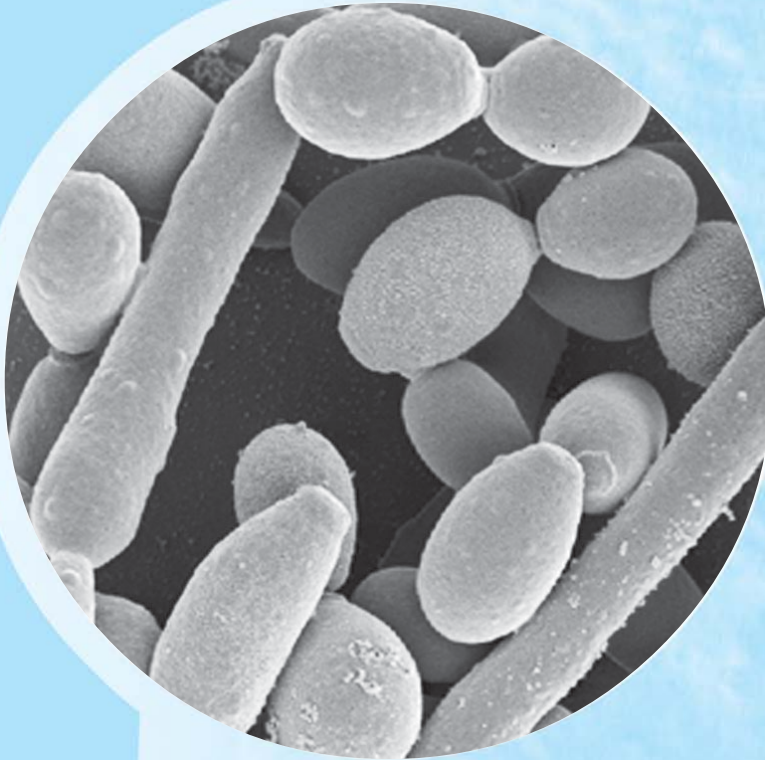
Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat membedakan antara Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina, Deuteromycotina, Liken, dan Mikoriza. Selain itu, kalian dapat memanfaatkan jamur yang bersifat menguntungkan dan mencegah penyakit akibat jamur dalam kehidupan.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab V:

1. Fungi
2. Reproduksi
3. Seksual
4. Aseksual
5. Ciri-ciri



**Gambar 5.1** *Candida albican*

Sumber: [www.medinfo.ufl.edu](http://www.medinfo.ufl.edu), 2007

Keluhan akan keputihan (*pek-tay*) sering melanda kaum wanita, hal ini timbul karena kebiasaan kurang menjaga kebersihan, sehingga menyebabkan jamur *Candida albican* tumbuh dan menyebabkan keputihan.

*Candida albican* merupakan salah satu contoh jenis jamur yang merugikan manusia. Masih banyak jenis-jenis jamur lainnya. Bagaimanakah keberadaan mereka? Apakah semua merugikan?



Jamur memiliki ciri-ciri, antara lain:

1. Tubuh bersel satu atau banyak.
2. Tidak berklorofil, bersifat parasit atau saprofit.
3. Dinding sel dari zat kitin.
4. Tubuh terdiri dari benang-benang halus yang disebut hifa.
5. Hifa bercabang-cabang membentuk anyaman yang disebut miselium.
6. Keturunan diploid singkat.
7. Reproduksi secara aseksual dengan pembentukan spora-spora. Jamur yang hidup di air pada umumnya dengan spora-spora yang berbulu cambuk, jamur yang hidup di daratan spora-spora ada yang dibentuk di dalam sel-sel khusus (misalnya pada asci) berupa endospora atau ada yang di luar, yaitu pada basidium sehingga disebut eksospora. (Marsusi, 2000:54)
8. Tumbuhan jamur merupakan generasi haploid (n).

## A. Zygomycotina

### 1. Ciri-ciri Zygomycotina

Zygomycotina memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Hifa tidak bersekat dan bersifat koenositik (mempunyai beberapa inti).
- b. Dinding sel tersusun dari kitin.
- c. Reproduksi aseksual dan seksual.
- d. Hifa berfungsi untuk menyerap makanan, yang disebut rhizoid.

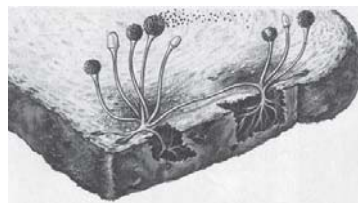
**Contoh:** *Rhizopus oligoporus* (jamur tempe), *Rhizopus nigricans*.

### 2. Reproduksi Zygomycotina

#### a. Aseksual

- 1) Ujung hifa membentuk gelembung sporangium yang menghasilkan spora.
- 2) Bila spora jatuh di tempat yang cocok akan tumbuh menjadi hifa baru.

### Tahukah kamu?



**Gambar 5.2** Sepotong roti yang berjamur

Sumber: [www.usd.edu](http://www.usd.edu)

Sepotong roti ditinggalkan di tempat lembap akan menjadi bercendawan. Cendawan terdiri atas benang-benang jamur yang menyebar melalui zat organik. Seiris roti ini menyediakan makanan untuk berbagai cendawan berbeda. Tiap-tiap koloni dihasilkan oleh sebuah spora tunggal.

Sumber: *Jendela IPTEK Jilid 11, 2001 : 51*

- 3) Hifa bercabang-cabang membentuk miselium.
- 4) Tubuh jamur terdiri dari rhizoid, sporangiofor dengan sporangiumnya, dan stolon.
- 5) Sporangium menghasilkan spora baru.

#### **b. Seksual**

- 1) Dua ujung hifa berbeda, yaitu hifa<sup>-</sup> dan hifa<sup>+</sup> bersentuhan.
- 2) Kedua ujung hifa menggelembung membentuk gametangium yang terdapat banyak inti haploid.
- 3) Inti haploid gametangium melebur membentuk zigospora diploid.
- 4) Zigospora berkecambah tumbuh menjadi sporangium.
- 5) Di dalam sporangium terjadi meiosis dan menghasilkan spora haploid. Spora haploid keluar, jika jatuh di tempat cocok akan tumbuh menjadi hifa.

Lakukan percobaan berikut yang akan menumbuhkan **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan vokasional** kalian!

### **Percobaan**

#### **Tujuan:**

Mengamati struktur jamur dari kelas Zygomycotina.

#### **Alat dan bahan:**

- |                 |   |
|-----------------|---|
| 1. Mikroskop    | 4. Jamur tempe ( <i>Rhizopus oligoporus</i> ) |
| 2. Kaca objek   | 5. Tusuk gigi                                 |
| 3. Kaca penutup | 6. Air  |

#### **Cara kerja:**

1. Sediakan bahan-bahan di atas (diperoleh dari tempe yang sudah diselimuti miselium jamur seperti serabut kapas dan pada bagian tepinya terdapat jamur berwarna kehitaman)!
2. Ambil hifa jamur dengan tusuk gigi!
3. Letakkan di kaca objek yang sebelumnya sudah ditetesi air!
4. Tutup dengan kaca penutup! Usahakan jangan ada gelembung udara terperangkap di dalam kaca penutup!
5. Amati di bawah mikroskop!
6. Gambarlah hasil pengamatan kalian dan sebutkan bagian-bagiannya!
7. Analislah hasil pengamatan kalian dalam bentuk laporan!

## B. Ascomycotina

### 1. Ciri-ciri Ascomycotina

Ascomycotina memiliki ciri-ciri, antara lain:

- Hifa bersekat-sekat dan di tiap sel biasanya berinti satu.
- Bersel satu atau bersel banyak.
- Beberapa jenis Ascomycotina dapat bersimbiosis dengan ganggang hijau dan ganggang biru membentuk lumut kerak.
- Mempunyai alat pembentuk spora yang disebut askus, yaitu suatu sel yang berupa gelembung atau tabung tempat terbentuknya askospora. Askospora merupakan hasil dari reproduksi generatif.
- Dinding sel dari zat kitin.
- Reproduksi seksual dan aseksual.

Contoh:

- Sacharomyces cereviceae*, untuk pembuatan roti.
- Penicillium chrysogenum*, untuk pembuatan antibiotik penisilin.
- Penicillium notatum*, untuk pembuatan antibiotik penisilin.
- Neurospora sitophilla*, untuk pembuatan oncom.
- Neurospora crassa*, untuk penelitian genetika, karena daur hidup seksualnya hanya sebentar.

### 2. Reproduksi Ascomycotina

Reproduksi dapat dilakukan secara vegetatif (aseksual) dan generatif (seksual).

#### a. Aseksual

##### 1) Bersel Satu (Uniseluler)

Dengan membentuk tunas, misalnya pada *Sacharomyces cereviceae*.

##### 2) Bersel Banyak (Multiseluler)

Dengan konidia (**konidiospora**), misalnya pada *Penicillium*. Konidiospora, yaitu spora yang dihasilkan secara berantai berjumlah empat butir oleh ujung suatu hifa, hifa tersebut disebut konidiofor.

#### b. Seksual

##### 1) Bersel satu

Konjugasi antara dua gametangia (misalnya dua sel *Sacharomyces*, berfungsi sebagai gametangia), menghasilkan zigot diploid (2n). Zigot membesar menjadi askus. Di dalam askus terbentuk delapan askospora

yang tersusun dalam dua jalur atau satu jalur. Di dalam askus terjadi meiosis dan terbentuk empat askospora haploid (n).

2) *Bersel banyak*

- a) Hifa membentuk antheridium dan askogonium (oogonium).
- b) Askogonium membentuk tonjolan yang disebut trikogen yang menghubungkan antara askogonium dan antheridium.
- c) Inti-inti askogonium berpasangan dan inti tersebut membelah membentuk hifa yang berisi satu pasang inti (hifa dikarion= hifa berinti dua).
- d) Hifa dikarion kemudian memanjang dan membentuk miselium yang akan membentuk badan buah.
- e) Selanjutnya ujung-ujung dikarion membentuk askus.
- f) Dua inti sel bersatu, kemudian mengadakan pembelahan meiosis, sehingga terbentuk askospora yang haploid.

Kerjakan Latihan 5.1 berikut yang akan menumbuhkan **keingintahuan**, dan mengembangkan **kecakapan personal** serta **kecakapan akademik** kalian!

### Latihan 5.1

Sebutkan beberapa contoh jamur yang merupakan anggota *Ascomycotina* dan peranan masing-masing jamur tersebut bagi kehidupan, kerjakan di buku kalian! Kemudian diskusikan!

## C. Basidiomycotina

### 1. Ciri-ciri Basidiomycotina

Basidiomycotina memiliki ciri-ciri, antara lain:

- a. Hifanya bersekat, mengandung inti haploid.
- b. Mempunyai tubuh buah yang bentuknya seperti payung yang terdiri dari bagian batang dan tudung. Pada bagian bawah tudung tampak adanya lembaran-lembaran (bilah) yang merupakan tempat terbentuknya basidium. Tubuh buah disebut basidiokarp.
- c. Reproduksi secara seksual dan aseksual.

- d. Miselium ada 3 macam, yaitu:
- 1) Miselium primer, yaitu miselium yang sel-selnya berinti satu hasil pertumbuhan basidiospora.
  - 2) Miselium sekunder, yaitu miselium yang sel-selnya berinti dua.
  - 3) Miselium tersier, yaitu miselium yang terdiri atas miselium sekunder yang terhimpun membentuk jaringan yang teratur pada pembentukan basidiokarp dan basidiofor yang menghasilkan basidiospora.

Contoh:

- a. *Volvariella volvacea* (jamur merang), enak dimakan.
- b. *Auricularia politricha* (jamur kuping), enak dimakan.
- c. *Amanita caesarina*, enak dimakan.
- d. *Amanita verma*, beracun.
- e. *Ganoderma applanatum* (jamur kayu).
- f. *Puccinia graminis*, parasit pada Gramineae.
- g. *Puccinia arachidis*, parasit pada tanaman kacang tanah.
- h. *Phakospora pachyrhizi*, parasit pada tanaman kedelai.



**Gambar 5.4** Jamur kuping

Sumber: Ensiklopedi Umum untuk Pelajar Jilid 5, 2005 : 24

### Tahukah kamu?

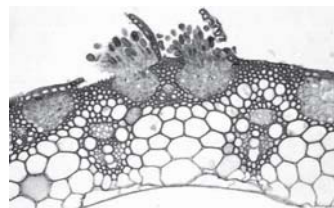


**Gambar 5.3** *Clathrus archeri*

#### Menarik Lalat

*Clathrus archeri* adalah fungus Australasia istimewa dengan tangan berwarna merah terang yang berbentuk sungut. Jamur ini tumbuh di padang rumput atau hutan dan menarik lalat dengan baunya yang kuat dan memuakkan. Lalat hinggap di spora yang lengket dan membawanya serta. Dengan cara ini, spora berperan dalam penyebaran jamur.

Sumber: Jendela IPTEK Jilid 11, 2001 : 51



**Gambar 5.5** *Puccinia graminis* dalam foto mikro

Sumber: Jendela IPTEK Jilid 11, 2001 : 51

## 2. Reproduksi Basidiomycotina

Reproduksi dapat dilakukan secara vegetatif (aseksual) dan generatif (seksual).

### a. Aseksual

Dengan membentuk spora vegetatif berupa konidia atau dengan fragmentasi.

### b. Seksual

- 1) Spora berinti haploid<sup>+</sup> dan haploid<sup>-</sup> tumbuh menjadi hifa<sup>+</sup> dan hifa<sup>-</sup>.
- 2) Hifa<sup>+</sup> dan hifa<sup>-</sup> akan melebur menjadi hifa dikariotik (2 inti).
- 3) Hifa dikariotik tumbuh menjadi miselium dan akhirnya membentuk tubuh buah (basidiokarp).
- 4) Ujung-ujung hifa pada basidiokarp menggelembung (disebut basidium) dan dua inti haploid menjadi satu inti diploid.
- 5) Inti diploid membelah secara meiosis menjadi 4 inti haploid. Basidium membentuk 4 tonjolan dan masing-masing tonjolan diisi 1 inti haploid yang akan berkembang menjadi spora disebut basidiospora.
- 6) Basidiospora yang sudah masak akan terlepas dari basidium dan jika jatuh di tempat yang cocok akan tumbuh menjadi hifa.

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja, kreativitas, keingintahuan**, serta menambah **wawasan kontekstual** kalian!

### Tugas

Amatilah jamur merang (*Volvariella volvacea*), jamur kuping (*Auricularia politricha*), jamur kayu (*Ganoderma applanatum*), dan lain-lain di lingkungan sekitar kalian! Buatlah laporan tertulis dari data yang kalian peroleh meliputi ciri-ciri, habitat, reproduksi, dan lain-lain! Kerjakan secara berkelompok!

## D. Deuteromycotina

Ciri-ciri Deuteromycotina

1. Hifa bersekat dan dinding sel tersusun dari bahan kitin.
2. Terbentuk spora secara vegetatif dan belum diketahui fase kawinnya (jamur tidak sempurna atau imperfekti).

3. Reproduksi aseksual dengan konidium dan seksual belum diketahui.
4. Banyak yang bersifat merusak atau menyebabkan penyakit pada hewan-hewan ternak, manusia, dan tanaman budidaya.

Contoh:

1. *Epidermophyton floocosum*, menyebabkan kutu air.
2. *Epidermophyton, Microsporum*, penyebab penyakit kurap.
3. *Melazasia fur-fur*, penyebab panu.
4. *Altenaria Sp.* hidup pada tanaman kentang.
5. *Fusarium*, hidup pada tanaman tomat.
6. *Trychophyton tonsurans*, menimbulkan ketombe di kepala.

Kerjakan Latihan 5.2 berikut yang akan menambah **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan personal** serta **kecakapan akademik** kalian!

### Latihan 5.2

Sebutkan contoh-contoh lain jamur yang termasuk dalam kelas Deuteromycotina! Tulis dalam buku latihan! Carilah dalam internet atau referensi lain!

## E. Lumut Kerak (Liken)/Lichenes

Lumut kerak mempunyai ciri-ciri, antara lain:

1. Terdiri dari dua organisme yang bersimbiosis, yaitu dari Ascomycotina dan Basidiomycotina dengan alga biru atau alga hijau.
2. Habitat lumut kerak biasanya pada pohon, di tanah, batu karang. Sebagai pelopor kehidupan, lumut kerak dapat tumbuh pada substrat tempat tumbuhan lain tidak dapat hidup. Susunan talus alga terdiri komponen talus. Apabila banyak polusi udara maka Lichen tidak ada. (Slamet Santosa, 1999:53)
3. Bentuk tubuh berupa talus yang tipis, pada irisan melintang talus terlihat bagian luar berupa miselium yang kompak dan bagian dalam berupa hifa yang tidak kompak dan di antaranya terdapat kelompok alga.
4. Reproduksi secara aseksual dengan fragmentasi atau soredium (beberapa sel ganggang yang terbungkus oleh hifa jamur). Secara seksual terjadi pada masing-masing anggota simbiosis (symbion).

Contoh: *Physcia*, *Parmelia*, *Usnea sp*

Manfaat lumut kerak, antara lain:

1. Sebagai tumbuhan perintis yang sangat membantu dalam proses pelapukan batuan.
2. Di bidang industri sebagai bahan penyamak kulit, bahan pewarna, dan bahan kosmetik.
3. Menyerap sulfur dioksida yang merupakan komponen pencemaran udara, sehingga liken dapat dijadikan petunjuk adanya polusi udara.

Kerjakan Latihan 5.3 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu**, **kreativitas**, dan mengembangkan **kecakapan personal** kalian!

### Latihan 5.3

Bagaimana bentuk simbiosis dari dua organisme Liken? Uraikan dengan bahasa kalian sendiri!

## F. Mikoriza

Merupakan jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman. Jamur yang membentuk mikoriza berasal dari golongan Zygomycotina, Ascomycotina, atau Basidiomycotina.

Mikoriza dibedakan menjadi 2 tipe, yaitu:

1. *Ektomikoriza*, hifa tidak menembus ke dalam akar (korteks) hanya sampai epidermis, contoh ektomikoriza pada pinus.
2. *Endomikoriza*, hifa jamur menembus akar sampai ke bagian korteks. Contoh: endomikoriza pada tanaman anggrek dan sayuran seperti kol dan bit.

Kerjakan Latihan 5.4 berikut yang menumbuhkan **rasa ingin tahu** dan merangsang kalian untuk **berpikir kritis**!

### Latihan 5.4

Bagaimanakah simbiosis yang terjadi pada mikoriza dari hasil pengamatan kalian dari berbagai sumber!



## Rangkuman

1. Zygomycotina hifanya tidak bersekat dan mempunyai beberapa inti.
2. Ascomycotina hifanya bersekat-sekat dan tiap sel biasanya berinti satu.
3. Basidiomycotina hifanya bersekat, mengandung inti haploid.
4. Deuteromycotina hifanya bersekat dan dinding sel tersusun dari bahan kitin.
5. Lumut kerak (liken) terdiri dari dua organisme yang bersimbiosis, yaitu dari Ascomycotina dan Basidiomycotina dengan alga biru atau alga hijau.
6. Mikoriza merupakan jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman.



## Evaluasi

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!

1. Pernyataan di bawah ini tentang sifat-sifat dari jamur yang benar adalah . . .
  - a. tidak berklorofil dan prokariotik
  - b. tidak berklorofil dan eukariotik
  - c. tidak berklorofil dan autotrof
  - d. berklorofil dan eukariotik
  - e. berklorofil dan heterotrof
2. Perhatikan kelompok jamur di bawah ini:
  - 1) *Volvariella volvaceae*
  - 2) *Rhizopus sp*
  - 3) *Saccharomyces sp*
  - 4) *Auricularia politrica*
  - 5) *Amanita caesarina*Jamur yang enak dimakan adalah . . .
  - a. 1, 2, dan 3
  - b. 1, 2, dan 4
  - c. 1, 3, dan 5
  - d. 1, 4, dan 5
  - e. 3, 4, dan 5

3. Liken merupakan simbiosis antara . . . .
  - a. *Ascomycotina* dengan alga hijau
  - b. *Ascomycotina* dengan *Basidiomycotina*
  - c. alga biru dengan alga hijau
  - d. alga biru dengan *Oomycotina*
  - e. *Zygomycotina* dengan alga hijau
4. *Saccharomyces* adalah jamur bersel satu yang dapat berkembang biak secara vegetatif dengan cara . . . .
  - a. membentuk tunas
  - b. membentuk spora
  - c. membentuk askospora
  - d. membentuk konidiospora
  - e. membelah diri
5. Jenis jamur yang dimanfaatkan dalam pembuatan oncom adalah . . . .
  - a. *Saccharomyces ovale*
  - b. *Aspergillus wentii*
  - c. *Neurospora sitophila*
  - d. *Penicillium requeforti*
  - e. *Rhizopus stoloniferus*
6. Dalam daur hidup jamur, spora yang jatuh di tempat lembap akan membentuk . . . .
  - a. protalium
  - b. protonema
  - c. miselium
  - d. arkegonium
  - e. antheridium
7. Reproduksi aseksual pada *Deuteromycotina* menggunakan . . . .
  - a. zoospora
  - b. konidiospora
  - c. askospora
  - d. basidiospora
  - e. spora generatif
8. Jamur hidup sebagai saprofit, energi diperoleh dengan . . . .
  - a. melakukan oksidasi dengan makanan
  - b. menguraikan makanan dengan bantuan enzim
  - c. menggunakan sinar matahari untuk membuat makanan
  - d. mengambil oksigen dari lingkungan sekitar
  - e. menggunakan CO<sub>2</sub> untuk membuat makanan
9. Jamur yang berperan dalam pembentukan antibiotika adalah . . . .
  - a. *Penicillium notatum*
  - b. *Penicillium camemberti*
  - c. *Aspergillus flavus*
  - d. *Rhizopus oligosporus*
  - e. *Aspergillus wentii*

10. Bila kita mengamati koloni dari jamur berwarna hitam atau kuning yang sebenarnya kita lihat adalah . . . .
- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| a. miselium       | d. sporangium |
| b. kumpulan spora | e. stolon     |
| c. hifa           |               |

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Sebutkan lima kelas pada jamur!
2. Sebutkan ciri-ciri jamur!
3. Bagaimana perkembangbiakan secara generatif pada Ascomycotina?
4. Organisme apa saja yang membentuk liken?
5. Tulislah manfaat dari jamur bagi kehidupan manusia!

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja**, **rasa ingin tahu**, mengembangkan **kecakapan sosial**, dan **kecakapan akademik**, serta menambah **wawasan kontekstual** kalian!

**Tugas Portofolio**

Lakukan kegiatan berikut ini! Kerjakan secara berkelompok!

1. Pergilah ke pedagang tempe, belilah tempe yang belum jadi (masih berupa kedelai yang belum ditumbuhi hifa atau miseliumnya), simpanlah beberapa hari, amatilah per harinya, apa yang terjadi, analisis lah! Struktur tubuh jamur tersebut dapat kalian amati di laboratorium sekolah kalian, mintalah bimbingan guru kalian!
2. Amatilah sepotong roti (roti basah) selama beberapa hari sampai kelihatan tumbuh jamurnya! Amati di bawah mikroskop struktur jamurnya! Buatlah analisis!
3. Buatlah laporan tertulis dari data yang kalian peroleh! Berikan lampiran berupa gambar jamur yang kalian amati pada halaman lampiran laporan kalian!

**Keterangan:**

Untuk pengamatan di bawah mikroskop cukup selembarnya saja (baik pada tempe maupun pada roti) di atas objek glass, diberi sedikit air dan diberi glass penutup.



## Evaluasi Semester I

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, *d*, atau *e*!

1. Sitologi adalah cabang biologi yang mempelajari tentang . . .
  - a. bakteri
  - b. rekayasa genetika
  - c. susunan bentuk luar dari makhluk hidup
  - d. susunan dan fungsi bagian-bagian dari sel
  - e. susunan dalam dari tubuh makhluk hidup
2. Virus yang berbentuk seperti huruf T adalah . . .
  - a. virus fage *Amoeba disentri*
  - b. virus fage *Basiler disentri*
  - c. bakteriofage *Escherichia coli*
  - d. bakteriofage *Gingivalis*
  - e. bakteriofage *Intestinalis*
3. Fungsi mitokondria pada sel makhluk hidup adalah . . .
  - a. saluran yang menghubungkan inti sel dengan sitoplasma
  - b. tempat terjadinya respirasi sel
  - c. sebagai alat ekskresi sel
  - d. organ di mana terjadi sintesa protein
  - e. membunuh kuman penyakit yang menyerang sel
4. Orang yang menemukan vaksin cacar adalah . . .
  - a. Edward Jenner
  - b. Yones Salk
  - c. Beyerinck
  - d. Ivanovsky
  - e. Louis Pasteur
5. Organ mulut, kerongkongan, lambung, usus, dan kelenjar akan membentuk sistem organ, yaitu . . .
  - a. sistem pernapasan
  - b. sistem saraf
  - c. sistem reproduksi
  - d. sistem pencernaan
  - e. sistem gerak

6. Secara morfologi virus dapat dikatakan sebagai . . . .
  - a. makhluk terkecil yang hanya terdiri atas nukleoprotein
  - b. sel yang hanya terdiri atas membran sel dan DNA atau RNA
  - c. sel yang sangat kecil hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron
  - d. organisme yang tidak dapat dilihat, karena hanya terdiri dari substansi protoplasma
  - e. makhluk terkecil yang hanya terdiri atas ADN atau ARN yang dapat melaksanakan fungsi hidup seperti makhluk hidup
7. Berikut ini merupakan sifat-sifat dari Archaeobacteria, *kecuali* . . . .
  - a. habitat di lingkungan bersuhu tinggi, bersalinitas tinggi, dan asam
  - b. dapat diwarnai dengan pewarnaan gram
  - c. sel bersifat eukariotik
  - d. lipida pada membran sel bercabang
  - e. tidak memiliki mitokondria, retikulum endoplasma, badan golgi, dan lisosom
8. Jenis bakteri yang memiliki flagela tersebar di seluruh permukaan tubuh bakteri disebut . . . .
  - a. monotrik
  - b. lofotrik
  - c. amfitrik
  - d. peritrik
  - e. atrik
9. Ganggang merah atau Rhodophyceae menghasilkan bahan makanan yang sangat penting sebab ganggang ini menghasilkan . . . .
 

a. asam lemak	d. agar-agar
b. selulosa	e. protein
c. glukosa	
10. Alat gerak pada *Chlamydomonas* berupa . . . .
 

a. 1 flagel	d. pseudopodia
b. 2 flagel	e. 4 flagel
c. cilia	

11. Protozoa yang bersel satu ada yang bergerak secara amoeboid, yaitu . . . .
  - a. membuat semacam akar
  - b. dapat berpindah dengan membuat kaki
  - c. membuat aliran sitoplasma
  - d. membuat lekukan sitoplasma
  - e. membuat tonjolan protoplasma dengan disertai dengan aliran protoplasma ke satu arah
12. Hifa jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman membentuk mikoriza dari kelompok . . . .
  - a. Oomycotina, Zygomycotina, Deuteromycotina
  - b. Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina
  - c. Oomycotina, Basidiomycotina, Zygomycotina
  - d. Deuteromycotina, Basidiomycotina, Ascomycotina
  - e. Oomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina
13. Seringkali orang terserang penyakit panu yang diakibatkan jamur. Melihat ciri-ciri jamur tersebut dapat dimasukkan dalam kelompok . . . .
  - a. Oomycotina
  - b. Zygomycotina
  - c. Ascomycotina
  - d. Basidiomycotina
  - e. Deuteromycotina
14. Medium yang paling cocok untuk menumbuhkan jamur adalah . . . .
  - a. tanah pasir yang mengandung mineral
  - b. air yang mengandung mineral dan terang
  - c. tanah liat yang mengandung garam mineral dan lembap
  - d. tanah liat yang mengandung bahan organik dan terang
  - e. tanah liat yang mengandung bahan organik dan lembap
15. Menurut sistem klasifikasi empat kingdom, organisme dikelompokkan ke dalam kingdom Monera didasarkan pada . . . .
  - a. sel bersifat prokariotik
  - b. sel memiliki klorofil
  - c. sel memiliki dinding sel
  - d. sifat heterotrof
  - e. sifat autotrof

16. Virus dapat hidup pada . . . .
- embrio burung
  - telur burung
  - bangkai hewan
  - substrat yang mengandung nukleoprotein
  - substrat yang mengandung bahan protoplasma
17. Bakteriofage adalah . . . .
- virus yang menyerang hewan
  - virus yang menyerang bakteri
  - virus yang menyerang tumbuhan
  - bakteri yang menyerang hewan
  - bakteri yang menyerang virus
18. Berikut ini merupakan bakteri Amoeba, *kecuali* . . . .
- Salmonella*
  - Escherichia coli*
  - Clostridium tetani*
  - Shigella*
  - Nitrosococcus*
19. Ditemukan ganggang di laut, bentuk seperti lembaran, dan berwarna hijau cerah, mempunyai satu inti dan kloroplas, reproduksi aseksual dengan zoospora berflagel empat. Ganggang yang dimaksud adalah . . . .
- Ulva*
  - Spirogyra*
  - Oedogonium*
  - Laminaria*
  - Fucus*
20. Jika kalian makan jamur sebenarnya yang dimakan adalah . . . .
- spora
  - miselium
  - hifa
  - daging buah
  - tubuh buah

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar dan jelas!**

1. Jelaskan perbedaan antara sel hewan dan sel tumbuhan!
2. Jelaskan mengapa virus termasuk organisme aseluler!
3. Sebutkan masing-masing 3 contoh bakteri yang menguntungkan dan merugikan!
4. Sebutkan ciri-ciri Protozoa!
5. Sebutkan 4 contoh jamur yang merupakan anggota Ascomycotina dan peranannya masing-masing dalam kehidupan!



## Bab VI

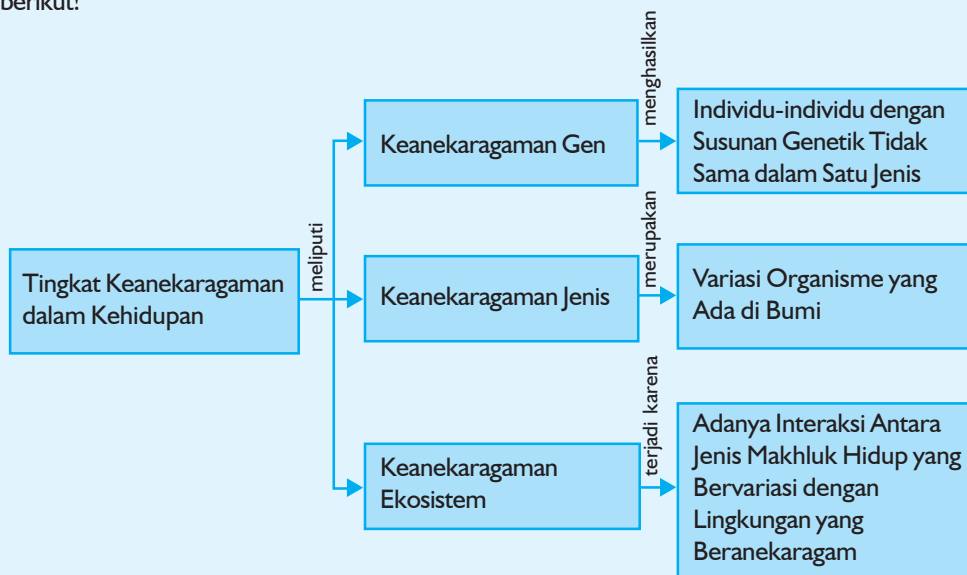
# Tingkat Keanekaragaman dalam Kehidupan

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: [www.depreview.com](http://www.depreview.com)

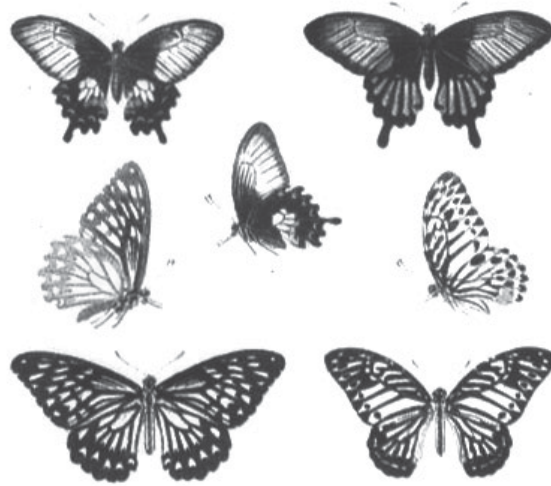
Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis, dan keanekaragaman ekosistem.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab VI:

1. Keanekaragaman
2. Gen
3. Jenis
4. Ekosistem



**Gambar 6.1** Keanekaragaman kupu-kupu suku *Papilionidae*, meliputi jenis seperti *Pachliota polydorus*, *Graphium antiphus*, *G. melanides*, *Papilio polybhontes*, dan *Chilasa clytia*

**Sumber:** *Indonesian Heritage* Jilid 5, 2002 : hal 23

Keanekaragaman hayati di Indonesia sangatlah mengagumkan, dari tingkat keanekaragaman gen, jenis, sampai ekosistem.

Gambar di atas adalah keanekaragaman kupu-kupu dari famili *Papilionidae* meliputi jenis *Pachliopta polyphium*, *Graphium antiphus*, *Graphium melanides*, *Papilio polybhonter* dan *Chilasa clytia*, hal ini menunjukkan keanekaragaman tingkat gen, dan merupakan salah satu contoh dari berjuta banyaknya keanekaragaman. Bagaimanakah menurut kalian melihat fakta ini?

Penyebab adanya keanekaragaman adalah:

1. Faktor genetik (faktor keturunan), disebabkan oleh adanya gen yang memberikan sifat dasar atau bawaan dari organisme.
2. Faktor lingkungan, interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan menyebabkan keanekaragaman.

## **A. Keanekaragaman Gen**

Ada ayam bangkok, ayam pelung, ayam buras, ayam hutan, ayam bekisar, ayam kinatan, ayam katai, ayam kampung, dan ayam cemara. Ada padi gogo, padi sedane, padi cempaka, padi rakim, padi ketan, padi pelita, padi ciliwung, padi IR, dan lainnya. Ternyata dalam jenis yang sama masih kita temukan banyak keragaman, baik dalam bentuk, penampilan, maupun sifat-sifatnya.

Berbagai contoh di atas merupakan bukti terdapat keanekaragaman di dalam lingkup jenis. Seluruh warga sesuatu jenis memiliki kerangka dasar komponen genetik yang sama. Akan tetapi setiap kerangka dasar tadi tersusun oleh ribuan faktor pengatur kebakaan. Faktor inilah yang menentukan apakah suatu bibit jagung itu berbiji putih, kuning, merah, ungu, atau lainnya, atau apakah seekor ayam itu akan berbulu hitam, coklat, putih, abu-abu, atau totol. Untuk setiap sifat yang tampak tadi, atau juga yang tidak jelas terlihat, akan ada satu faktor pengaruhnya yang disebut gen.

Sekalipun individu-individu suatu jenis itu memiliki kerangka dasar komponen genetik yang sama, setiap individu ternyata memiliki komponen faktor yang berbeda-beda, tergantung pada penurunannya. Susunan perangkat faktor genetik ini menentukan sifat yang disandang individu yang bersangkutan. Keanekaragaman genetik suatu jenis ditentukan oleh keanekaragaman susunan faktor genetik yang terkandung dalam jenis yang bersangkutan.

Jadi, masing-masing individu dalam suatu jenis mempunyai susunan faktor genetik yang tidak sama dengan susunan genetik individu yang lain, meskipun dalam jenis yang sama.

Kerjakan latihan berikut yang akan merangsang kalian untuk **berpikir kritis** dan mengembangkan **kecakapan personal** kalian!

### Latihan

Kemukakan pendapat kalian!

1. Apakah mungkin dua organisme memiliki perangkat dasar gen sama namun terekspresi berbeda?
2. Bagaimanakah kemungkinan dari dua individu yang mempunyai susunan genetik sama tetapi masing-masing lingkungan hidupnya berbeda?
3. Bagaimana pula kemungkinan dari dua individu yang mempunyai susunan genetik berbeda tetapi masing-masing lingkungan hidupnya sama?

Lakukan Percobaan 6.1 berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja**, **rasa ingin tahu**, dan mengembangkan **kecakapan sosial** serta **kecakapan vokasional** kalian!

### Percobaan 6.1

#### Alat dan bahan:

1. Daun johar 10 helai (daun majemuk)
2. Mistar

#### Cara kerja:

1. Siapkanlah daun johar (daun majemuk, maksudnya dalam satu ibu tangkai ada banyak helaian daun) sejumlah 10 ibu tangkai daun!
2. Ambillah 5 helaian daun yang ukurannya pendek, lalu ukurlah masing-masing daun tersebut! Tuliskan ukuran daun tersebut!
3. Ambillah 5 helaian daun yang ukurannya panjang, lalu ukurlah masing-masing daun tersebut! Tuliskan ukuran daun tersebut!
4. Kelompokkan helaian-helaian daun dari 10 ibu tangkai daun tersebut dengan interval tertentu antara kelompok satu dengan kelompok berikutnya!
5. Ukurlah dengan mistar semua helaian daun dan isikan pada tabel distribusi berikut!
6. Buat grafik yang tepat untuk data tersebut di atas!
7. Kerjakan secara berkelompok!

**Tabel:** Hasil pengamatan keanekaragaman pada daun

No.	Kelompok	Ukuran Daun	Frekuensi (Jumlah)
1.			
2.			
3.			

**Pertanyaan:**

1. Kelompok ukuran mana yang jumlah daunnya paling sedikit?
2. Kelompok ukuran mana yang jumlah daunnya paling banyak?
3. Apakah persamaan pada daun-daun tersebut? Sebutkan!
4. Selain keanekaragaman tentang ukuran atau panjang daun, keanekaragaman apa yang kalian jumpai pada daun-daun tersebut?
5. Berilah kesimpulan dari hasil pengamatan!

## **B. Keanekaragaman Jenis**

*Jenis* merupakan suatu organisme yang dapat dikenal dari bentuk atau penampilannya dan merupakan gabungan individu yang mampu saling kawin di antara sesamanya secara bebas (tetapi tidak dapat melakukannya dengan jenis lain), untuk menghasilkan keturunan yang fertil (subur).

*Jenis* itu terbentuk oleh kesesuaian kandungan genetik yang mengatur sifat-sifat kebakaan dengan lingkungan tempat hidupnya. Karena lingkungan tempat hidup jenis itu beranekaragam, jenis yang dihasilkannya pasti akan beranekaragam pula.

Proses terjadinya jenis, pada umumnya berlangsung secara perlahan-lahan dan dapat memakan waktu ribuan tahun, melalui perubahan penyesuaian atau evolusi jenis lain yang sudah ada sebelumnya. Selanjutnya, jenis yang terjadi ini juga mempunyai peluang untuk menjelmakan jenis-jenis yang lain. Selama bermiliar-miliar tahun melalui proses evolusi, telah terbentuk jutaan jenis yang berbeda-beda. Cara proses ini berlangsung mengakibatkan adanya keterkaitan antara jenis yang satu dengan jenis yang lainnya. Keterkaitan inilah yang disebut kekerabatan.

Keanekaragaman jenis merupakan variasi organisme yang ada di bumi. Menurut Desmukh (1992) keanekaragaman jenis adalah sebagai gabungan antara jumlah jenis dan jumlah individu masing-masing jenis dalam komunitas. Bahkan secara kuantitatif keanekaragaman jenis didefinisikan sebagai jumlah jenis yang ditemukan pada komunitas, sedang ukurannya disebut kekayaan jenis.

Keanekaragaman atau kekayaan jenis dapat diukur dengan berbagai cara, misalnya dengan indeks keanekaragaman. Suatu tempat dikatakan memiliki keanekaragaman jenis tinggi bila memiliki kekayaan jenis yang merata, misalnya:

1. Suatu tempat terdapat 3 jenis burung dan satu jenis ular, dianggap secara taksonomi lebih beranekaragam dibanding dengan tempat lain yang mempunyai 4 jenis burung saja.
2. Suatu komunitas dengan 5 jenis burung yang berjumlah 300 individu, dengan jumlah rata-rata 60 ekor per jenis. Sedang pada komunitas lain terdapat 5 jenis burung dengan jumlah individu yang sama (300 ekor), tetapi rata-rata untuk keempat burung yang pertama hanya 15 ekor, sedang jenis burung sisanya 240 ekor. Dari contoh tersebut komunitas yang memiliki rata-rata 60 ekor per jenis burungnya dianggap lebih beranekaragam dibanding dengan komunitas yang memiliki jumlah jenis yang tidak merata.

Kerjakan tugas berikut yang dapat menumbuhkan **rasa ingin tahu**, mengembangkan **kecakapan personal**, dan menambah **wawasan kontekstual** kalian.

### Tugas

Amatilah beberapa komunitas di sekitar tempat tinggal kalian, bandingkan komunitas mana yang mempunyai keanekaragaman jenis lebih beranekaragam! Laporkan data pengamatan kalian!

## C. Keanekaragaman Ekosistem

Ekosistem merupakan suatu satuan lingkungan, yang terdiri dari unsur-unsur biotik (jenis-jenis makhluk hidup), faktor-faktor fisik (iklim, air, tanah), dan kimia (keasaman, salinitas) yang saling berinteraksi satu sama lainnya. Aspek yang dapat digunakan sebagai ciri keseluruhan

ekosistem adalah energetika (taraf trofik atau makanan: produsen, konsumen, dan redusen), pendauran hara (peran pelaksana taraf trofik) dan produktivitas (hasil keseluruhan ekosistem).

Ekosistem berasal dari kata *oikos*: rumah sendiri; *systema*: terdiri atas bagian-bagian yang utuh atau saling memengaruhi. Suatu sistem yang dibentuk di suatu daerah di mana komponen makhluk hidup dengan lingkungannya terdapat hubungan timbal balik atau saling memengaruhi atau sebagai satu kesatuan yang utuh. Dalam ekosistem terdapat komponen-komponen abiotik, produsen, konsumen, dan pengurai.

### Tahukah kamu?



Gambar 6.2 Arthur Tansley

#### Pendekatan Ekosistem

Ahli Biologi Inggris Arthur Tansley (1871 - 1955) adalah perintis penelitian komunitas tumbuhan dengan menggunakan metode pengambilan sampel yang mirip dengan metode yang digunakan Frederic Clementer. Dia merupakan tokoh pendukung pendekatan ekologis dalam botani, dan hasil karyanya ikut memberikan sumbangan dalam pembentukan *British Ecological Society* (Masyarakat Ekologi Inggris) pada tahun 1913 yang merupakan organisasi pertama di dunia yang berperan di bidang ekologi. Tansley yakin bahwa penelitian-penelitian ekologi memperlihatkan betapa tidak bijaksananya mengeksploitasi lingkungan dan ia menjadi tokoh utama gerakan pelestarian alam. Tansley yang pertama kali menggunakan istilah "ekosistem" pada tahun 1935.

Sumber: *Jendela IPTEK* Jilid 10, 2001 : 36

Ekosistem terdiri atas perpaduan berbagai jenis makhluk hidup dengan berbagai macam kombinasi lingkungan fisik dan kimia yang beranekaragam, maka jika susunan komponen jenis dan susunan faktor fisik serta kimianya berbeda, ekosistem yang dihasilkan akan berbeda pula.

Suatu tipe ekosistem tertentu akan terdiri dari kombinasi organisme dan unsur lingkungan yang khas, yang berbeda dengan susunan kombinasi ekosistem yang lain.



Lakukan Percobaan 6.2 berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja**, **rasa ingin tahu**, dan menambah **wawasan kontekstual** kalian!

### Percobaan 6.2

**Tujuan:**

Mengetahui adanya perbedaan kombinasi organisme dengan unsur lingkungan di antara kedua ekosistem.

**Cara kerja:**

1. Tentukanlah dua ekosistem terdekat dari tempat tinggal kalian! (Kalian bisa memilih dua tipe ekosistem buatan, misalnya ekosistem kebun dan ekosistem pekarangan atau ekosistem kolam dan ekosistem sawah)
2. Amatilah organisme-organisme yang ada pada kedua ekosistem tersebut demikian pula unsur-unsur lingkungannya!
3. Catatlah pengamatan kalian, kemudian bandingkan hasilnya! Adakah perbedaan kombinasi antara keduanya? Buat dalam bentuk tabel!
4. Buatlah kesimpulannya!

Keanekaragaman ekosistem terbentuk karena adanya interaksi antara jenis makhluk hidup yang bervariasi dengan lingkungan yang beranekaragam. Begitu juga variasi makhluk hidup terjadi karena beranekaragamnya faktor genetika yang dimiliki oleh setiap individu makhluk hidup. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman hayati menunjukkan totalitas variasi gen, jenis, dan ekosistem yang ditemukan di suatu daerah.

## Rangkuman

1. Penyebab adanya keanekaragaman adalah interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan.
2. Keanekaragaman genetik suatu jenis ditentukan oleh keanekaragaman susunan faktor genetik yang terkandung dalam jenis yang bersangkutan. Contoh: mangga golek, mangga simanalagi.
3. Keanekaragaman jenis merupakan variasi organisme yang ada di bumi. Contoh: tumbuhan kelapa, sagu, dan pinang merupakan keanekaragaman jenis dalam familia *Arecaceae*.
4. Keanekaragaman ekosistem terbentuk karena adanya interaksi antara jenis makhluk hidup yang bervariasi dengan lingkungan yang beranekaragam. Contoh: kelapa tumbuh di daerah pantai akan membentuk ekosistem pantai.



## Evaluasi

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, *d*, atau *e*!

1. Penyebab adanya keanekaragaman adalah . . .
  - a. adanya variasi dari faktor genetik
  - b. adanya variasi lingkungan yang berbeda-beda
  - c. interaksi faktor genetik dan faktor lingkungan
  - d. interaksi antara sesama faktor genetik
  - e. interaksi antara sesama faktor lingkungan
2. Ada ayam bangkok, ayam buras, ayam katai, ayam hutan, ayam bekisar, dan lain-lain. Hal ini merupakan contoh adanya keanekaragaman tingkat . . .

a. jenis	d. populasi
b. gen	e. komunitas
c. ekosistem	

3. Keanekaragaman atau kekayaan jenis dapat diukur dari . . .
  - a. indeks keanekaragaman
  - b. habitat keanekaragaman
  - c. spesies yang telah punah
  - d. laju keanekaragaman
  - e. populasi penyusun ekosistem
4. Keanekaragaman ekosistem terbentuk karena . . .
  - a. interaksi antara berbagai jenis makhluk hidup
  - b. interaksi dua jenis makhluk hidup
  - c. interaksi satu jenis makhluk hidup dengan lingkungan
  - d. interaksi antara jenis makhluk hidup yang bervariasi dengan lingkungan yang beranekaragam
  - e. interaksi antara jenis makhluk hidup yang sejenis dengan lingkungan yang sejenis
5. Dua individu yang menempati daerah yang sama dapat disebut satu spesies apabila . . .
  - a. penyusun gennya sama
  - b. makanan dan tingkah lakunya sama
  - c. dapat saling kawin dan keturunannya fertil
  - d. habitat dan makanannya sama
  - e. cara reproduksinya sama
6. Adanya variasi makhluk hidup terjadi karena . . .
  - a. beranekaragamnya jenis makanan makhluk hidup
  - b. beranekaragamnya faktor genetika yang dimiliki oleh setiap individu makhluk hidup
  - c. beranekaragamnya cara reproduksi makhluk hidup
  - d. beranekaragamnya spesies dalam satu famili
  - e. beranekaragamnya ordo dalam satu kelas
7. Variasi jenis makhluk hidup yang terjadi secara buatan atau rekayasa genetika dapat dihasilkan melalui persilangan atau mutasi. Contohnya adalah . . .
  - a. kelapa gading
  - b. kelapa hibrida
  - c. kelapa hijau
  - d. kelapa kopyor
  - e. kelapa sawit

8. Ekosistem merupakan suatu satuan lingkungan, yang salah satunya terdiri dari unsur-unsur biotik, yang termasuk unsur-unsur biotik adalah ....
  - a. sungai
  - b. sinar matahari
  - c. tumbuhan
  - d. tanah
  - e. udara
9. Yang merupakan aspek pencirian ekosistem adalah perbedaan ....
  - a. faktor biotiknya
  - b. energetika, pendauran hara, dan produktivitasnya
  - c. faktor-faktor fisiknya
  - d. faktor-faktor kimianya
  - e. lama hidup makhluk hidup penyusunnya
10. Penyebab individu dalam satu spesies beranekaragam adalah ....
  - a. pengaruh lingkungan
  - b. perbedaan makanan
  - c. susunan gen dalam kromosom
  - d. jumlah kromosomnya
  - e. jumlah gen dalam kromosom

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Jelaskan yang menyebabkan individu-individu dalam satu spesies beranekaragam!
2. Sebutkan manfaat keanekaragaman hayati bagi kehidupan!
3. Berikan contoh adanya keanekaragaman tingkat gen!
4. Jelaskan yang dimaksud keanekaragaman jenis!
5. Apakah yang dimaksud dengan:
  - a. plasma nutfah
  - b. komunitas
  - c. ekosistem

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **wawasan produktivitas, keingintahuan**, dan mengembangkan **kecakapan hidup** serta menambah **wawasan kontekstual** kalian!

### **Tugas Portofolio**

Amatilah lingkungan sekitar kalian, temukan di sana beraneka keragaman, kelompokkanlah mana yang termasuk keanekaragaman tingkat gen, keanekaragaman tingkat jenis, dan keanekaragaman tingkat ekosistem! Bandingkanlah ciri keanekaragamannya! Buatlah laporannya! Waktu pengamatan satu minggu dan waktu pengerjaan satu minggu. Kerjakan secara berkelompok!

## Bab VII

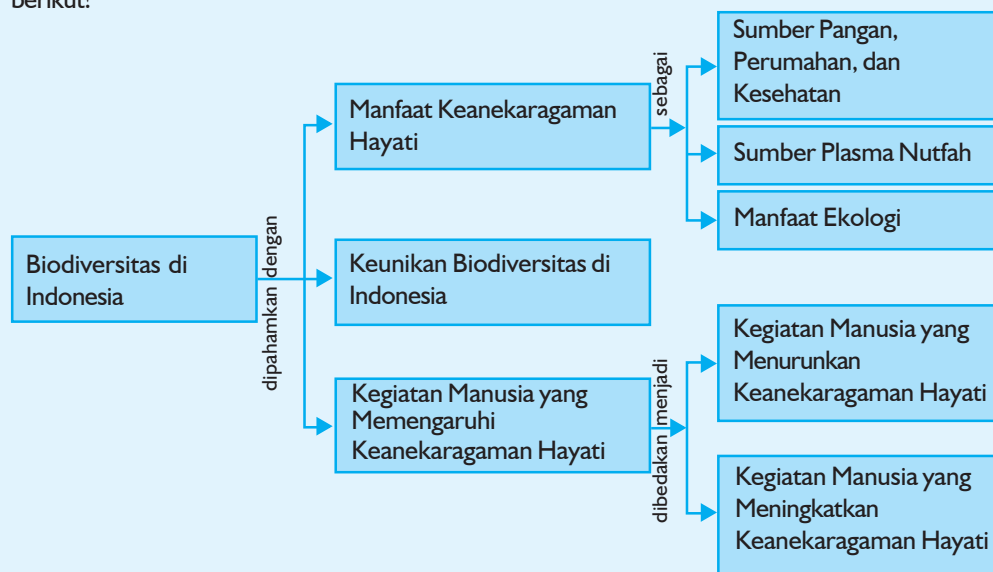
# Biodiversitas di Indonesia

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: [www.depreview.com](http://www.depreview.com)

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat memanfaatkan keanekaragaman hayati Indonesia secara bijaksana dan ikut berperan serta dalam pelestarian sumber daya hayati tersebut.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab VII:

1. Manfaat keanekaragaman
2. Biodiversitas Indonesia
3. Kegiatan manusia



**Gambar 7.1** Ular banyak terdapat di hutan hujan tropis

**Sumber:** Jendela IPTEK Jilid 10, 2001 : 56

Kondisi hutan hujan tropis terus hangat dan lembap, sehingga buah, biji, dan hasil sumber daya hayati lainnya dapat diperoleh sepanjang tahun. Dalam kondisi yang stabil dan relatif konstan ini, hewan dan tumbuhan telah mengembangkan keanekaragaman yang tinggi yang terdapat di Indonesia. Kekayaan keanekaragaman hayati di Indonesia ini harus dilestarikan sehingga dapat dimanfaatkan secara turun-temurun.

Bagaimanakah jika keanekaragaman hayati tersebut terganggu? Apakah yang akan terjadi?

## A. Manfaat Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman makhluk hidup merupakan ungkapan pernyataan terdapatnya berbagai macam keragaman bentuk, penampilan, jumlah, dan sifat yang terlihat pada berbagai tingkatan makhluk hidup yaitu tingkatan ekosistem, tingkatan jenis, dan tingkatan genetik.

Keanekaragaman hayati banyak memberikan manfaat bagi kehidupan, yaitu:

1. Sebagai sumber pangan, perumahan, dan kesehatan  
Makanan, tempat tinggal, dan obat-obatan sangat tergantung pada ketersediaan tanaman dan hewan.
2. Sebagai sumber plasma nutfah  
Plasma nutfah merupakan kisaran keanekaragaman genetika yang menyangkut individu-individu liar sampai bibit unggul yang ada pada masa kini. Jadi, plasma nutfah tersebut terdapat di dalam sel makhluk hidup. Manusia memanfaatkan plasma nutfah sebagai bahan baku untuk pemuliaan tanaman dan hewan.
3. Manfaat ekologi  
Masing-masing jenis organisme memiliki peranan di dalam ekosistemnya. Kestabilan tatanan kehidupan di suatu daerah ditentukan oleh makin beranekaragamnya jenis makhluk hidup.

Kerjakan latihan berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu** kalian dan **bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa** yang telah menciptakan keanekaragaman hayati!

### Latihan

Sebutkan manfaat keanekaragaman hayati lainnya bagi kehidupan! Tulislah dalam buku latihan!

## B. Keunikan Biodiversitas di Indonesia

Biodiversitas di Indonesia sangat unik karena:

1. Keanekaragaman tinggi.
2. Memiliki hewan tipe oriental, Australian, dan peralihan.
3. Indonesia kaya akan flora Malesiana.



4. Indonesia kaya akan hewan dan tumbuhan endemik.
5. Terdapat berbagai hewan dan tumbuhan langka.

### 1. Keanekaragaman Tinggi

Banyaknya spesies yang ada dalam sebuah ekosistem disebut **keanekaragaman hayati**.

Indonesia terletak di daerah tropis sehingga memiliki keanekaragaman tinggi dibandingkan dengan daerah subtropis (iklim sedang) dan kutub. Keanekaragaman yang tinggi di Indonesia dapat dijumpai di dalam lingkungan hutan hujan tropis. Di dalam hutan hujan tropis terdapat berbagai jenis tumbuhan (flora) dan hewan (fauna) yang belum dimanfaatkan atau masih liar. Di dalam tubuh hewan atau tumbuhan itu tersimpan sifat-sifat unggul, yang mungkin dapat dimanfaatkan di masa mendatang. Keanekaragaman yang tinggi ini dapat dilihat dari berbagai jenis spesies yang dipunyai Indonesia.

**Tabel:** Rekapitulasi taksiran jumlah jenis kelompok utama makhluk

Dunia	Divisi/Filum	Nama Umum	Sejagat	Indonesia
Monera	Bacteria dan Cyano-phyceae	Bakteri dan ganggang biru	2.700	300
Fungi	Myco dan Eumycota	Jamur	100.000	12.000
Plantae	Algae	Ganggang	21.000	1.800
	Bryophyta	Lumut	16.000	1.500
	Pteridophyta	Paku-pakuan	13.000	1.250
	Spermatophyta	Tumbuhan biji	300.000	25.000
Animalia	Protozoa	Protozoa	30.000	3.500
	Metazoa rendah		10.000	1.500
	Acoelomata	Aselomata	10.000	1.000
	Vermes	Cacing	23.000	2.500
	Arthropoda	Serangga	1.250.000	250.000
	Mollusca	Keong	50.000	6.000
	Vertebrata			
	- Pisces	Ikan	20.000	2.500
	- Amphibia	Amfibia	6.000	1.000
	- Reptilia	Reptil	8.000	2.000
	- Aves	Burung	3.900	1.300
	- Mammalia	Hewan menyusui	4.000	800

**Sumber:** Sastrapraja et.al., 1989 dalam Agus Rachmat 2003

## 2. Memiliki Hewan Tipe Oriental, Australian, dan Peralihan

Pada tahun 1858, Alfred Russel Wallace, yang hidup sezaman dengan Charles Darwin dan membantu mencetuskan teori evolusi seleksi alam, mengenal pola perbedaan antarsatwa pulau di Indonesia. Ia tidak mengira bahwa Kalimantan dan Sulawesi mempunyai jenis burung berbeda meski tidak dipisahkan oleh pembatas utama seperti fisik dan iklim. Berdasar pengamatannya, pada tahun 1859, Wallace menetapkan dua wilayah utama dengan menggambar garis batas di sebelah timur Kalimantan dan Bali, memisahkan satwa bagian barat dan timur.

Garis Wallace membelah Selat Makassar menuju ke selatan hingga Selat Lombok. Jadi, garis tersebut memisahkan wilayah oriental (termasuk Sumatra, Jawa, Bali, dan Kalimantan) dengan wilayah Australian (Sulawesi, Papua, Irian Jaya, Maluku, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur).



**Gambar 7.2** Peta persebaran satwa Indonesia

Sumber: *Indonesian Heritage* Jilid 5, 2001 : 15

Keunikan hewan-hewan yang termasuk daerah oriental atau Indonesia barat, antara lain:

- Banyak spesies mamalia (gajah, banteng, harimau, badak), ukuran tubuh besar.
- Terdapat berbagai jenis primata (mandril, tarsius, orang utan).

- c. Terdapat berbagai jenis burung (burung-burung oriental memiliki warna tidak semenarik burung daerah Australian, namun memiliki suara lebih merdu, karena umumnya dapat berkicau).
- d. Terdapat berbagai hewan endemik (badak bercula satu, binturong, kukang, jalak bali, murai mengkilat, dan ayam hutan berdada merah).

Sedangkan hewan-hewan yang termasuk daerah Australian atau Indonesia bagian timur, antara lain:

- a. Banyak hewan berkantung (kanguru, kuskus).
- b. Mamalia berukuran tubuh kecil.
- c. Terdapat berbagai jenis burung dengan beranekaragam warna.

Adanya garis Weber yang berada di sebelah timur Sulawesi memanjang ke arah utara ke kepulauan Aru, menjadikan Sulawesi merupakan pulau pembatas antara wilayah oriental dan Australian. Oleh karena itu, Sulawesi merupakan wilayah peralihan.

Hewan-hewan yang termasuk wilayah peralihan, antara lain: maleo, berbagai jenis kupu-kupu, primata primitif (*Tarsius spectra*), anoa, dan babi rusa.

### 3. Indonesia Kaya akan Flora Malesiana

Malesiana adalah suatu daerah luas yang meliputi Malaysia, Indonesia, Filipina, Papua Nugini, dan kepulauan Solomon. Wilayah ini terletak di daerah sekitar khatulistiwa. Daerah Malesiana memiliki iklim tropis dan curah hujan yang relatif tinggi. Maka di daerah ini merupakan pemusatan pertumbuhan berbagai jenis vegetasi. Hutan di Indonesia (seperti wilayah Malesiana) merupakan bioma hutan hujan tropis, yang didominasi oleh:

- a. Pohon dari familia Dipterocarpaceae, yaitu pohon-pohon yang menghasilkan biji bersayap, contohnya: meranti (*Shorea sp*), keruing (*Dipterocarpus sp*), kayu garu (*Gonystylus bancanus*).
- b. Tumbuhan liana (tumbuhan yang memanjat).

#### Tahukah kamu?

##### Konservasi In Situ dan Ex Situ

Konservasi in situ adalah konservasi flora dan fauna yang dilakukan pada habitat asli. Konservasi ini meliputi 7 kategori, yaitu cagar alam, suaka margasatwa, taman laut, taman buru, hutan, atau taman wisata, taman provinsi, dan taman nasional. Adapun konservasi ex situ adalah konservasi flora dan fauna yang dilakukan di luar habitat asli, misalnya konservasi flora di Kebun Raya Bogor dan konservasi fauna di suaka margasatwa Way Kambas, Lampung.

**Sumber:** Ensiklopedi Umum untuk Pelajar Jilid 6, 2005 : 9

Selain hutan hujan tropis Indonesia juga mempunyai hutan musim dan padang rumput. Pada hutan musim banyak dijumpai tumbuhan seperti jati, mahoni, bungur, sogu, dan albasia. Di Indonesia juga terdapat tipe hutan pantai di mana banyak dijumpai berbagai tumbuhan seperti pandan (*Pandanus tectorius*), bakung, dan bakau.

#### 4. Indonesia Kaya Akan Hewan dan Tumbuhan Endemik

Contoh hewan endemik di Indonesia: harimau jawa, harimau bali (sudah punah), badak bercula satu di Ujung Kulon, jalak bali putih (*Leucopsar rothschildi*) di Bali, binturong, burung maleo di Sulawesi, dan komodo di Pulau Komodo. Contoh tumbuhan endemik di Indonesia dari genus *Rafflesia*, seperti:

- Rafflesia patma* di Nusakambangan dan Pangandaran.
- Rafflesia arnoldi* endemik di Bengkulu, Sumatra Barat dan Aceh.
- Rafflesia borneensis* di Kalimantan.

Kerjakan Tugas 7.1 berikut yang akan menumbuhkan semangat **kreativitas** dan menambah wawasan **kebinekaan** kalian!

##### Tugas 7.1

Dengan adanya keanekaragaman yang sangat unik, kalian tentunya sangat bangga, dan tidak ingin keanekaragaman ini punah sia-sia. Tuliskan usaha-usaha pelestarian serta pemanfaatan Sumber Daya Alam Hayati (SDAH) menurut kalian sendiri (bisa mencari referensi dari berbagai sumber)! Kerjakan dalam buku tugas!

#### 5. Terdapat Berbagai Hewan dan Tumbuhan Langka

Contoh hewan yang langka di Indonesia:

- Harimau jawa (*Panthera tigris sondaicus*)
- Macan kumbang (*Panthera pardus*)
- Tapir (*Tapirus indicus*)
- Komodo (*Varanus komodensis*)
- Maleo (*Macrocephalon maleo*)
- Banteng (*Bos sondaicus*)
- Mandril (*Nasalis larvatus*)
- Cendrawasih (*Paradisea minor*)
- Kanguru pohon (*Dendrolagus ursinus*)
- Kakua raja (*Probosciger aterrimus*)
- Buaya muara (*Crocodylus porosus*)
- Ular sanca hijau (*Chondrophyton viridis*)

Contoh tumbuhan yang langka di Indonesia:

- Bedali (*Radermachera gigantea*)
- Kepuh (*Stereula foetida*)
- Bungur (*Lagerstroemia spesiosa*)
- Nangka celeng (*Arthocarpus heterophyllus*)
- Mundu (*Garcinia dulcis*)
- Sawo kecil (*Manilkara kauki*)
- Winong (*Tetrameles nudiflora*)
- Kluwak (*Pongamia edule*)
- Gandaria (*Bouea macrophylla*)

### Tahukah kamu?



**Gambar 7.3** Cara mengukur keanekaragaman

Mengumpulkan hewan dalam kelebatan hutan tropis sama sekali bukan hal yang mudah. Banyak binatang yang tersamar dan banyak yang hanya dapat dijumpai di kanopi yang jauh di atas. Untuk menangkap serangga, ahli ekologi ini memanfaatkan fakta alam bahwa ngengat dan serangga lainnya tertarik pada sinar ultraviolet. Jumlah serangga yang amat besar yang berhasil dikumpulkan dalam kantong di bawah perangkap hanya merupakan bagian amat kecil dari keseluruhan jumlah.

Serangga yang ada di bagian wilayah hutan ini, meskipun sampel ini mungkin berisi ribuan spesies yang berbeda dan banyak sekali di antaranya yang mungkin belum pernah tercatat. Banyaknya spesies yang ada dalam sebuah ekosistem disebut keanekaragaman hayati ini merupakan ciri khas hutan hujan tropis.

**Sumber:** Jendela IPTEK Jilid 10, 2001 : 57

Kerjakan Tugas 7.2 berikut yang akan mengembangkan **kecakapan personal** kalian serta mendorong untuk **mencari informasi lebih jauh**,

### Tugas 7.2

Analisislah dengan pendapat kalian sendiri tentang keunikan biodiversitas yang ada di Indonesia, temukan data-datanya dari berbagai sumber! Kemudian masing-masing kelompok mempresentasikan hasilnya di depan kelas.

## **C. Kegiatan Manusia yang Memengaruhi Keanekaragaman Hayati**

### **1. Kegiatan Manusia yang Dapat Menurunkan Keanekaragaman Hayati**

- a. Penebangan hutan dijadikan lahan pertanian atau pemukiman dan akhirnya tumbuh menjadi perkotaan. Hal ini menyebabkan kerusakan habitat yang mengakibatkan menurunnya keanekaragaman ekosistem, jenis, dan gen.
- b. Polusi, bahan pencemar dapat membunuh mikroba, jamur, hewan, dan tumbuhan.
- c. Penggunaan spesies yang berlebihan untuk kepentingan manusia. Meningkatnya jumlah penduduk, sehingga kebutuhannya pun meningkat pula. Hal ini didukung dengan pengembangan teknologi pemanfaatan sehingga mengonsumsi keanekaragaman dengan cepat.
- d. Introduksi spesies eksotik. Hal ini mengakibatkan spesies tertentu menjadi tersisihkan, sehingga spesies tertentu tersebut jarang digunakan, yang akhirnya terlupakan.
- e. Pestisida yang sebenarnya hanya untuk membunuh organisme pengganggu atau penyakit suatu tanaman, pada kenyataannya menyebar ke lingkungan dan menjadi zat pencemar.

Selain akibat kegiatan manusia, terancamnya kondisi keanekaragaman dapat disebabkan oleh faktor alam, misalnya kerusakan habitat juga dapat terjadi oleh adanya bencana alam, seperti kebakaran, gunung meletus, dan banjir.

### **2. Kegiatan Manusia yang Meningkatkan Keanekaragaman Hayati**

- a. Pemuliaan, yaitu usaha membuat varietas unggul dengan cara melakukan perkawinan silang menghasilkan variasi baru (meningkatkan keanekaragaman gen).
- b. Reboisasi (penghijauan), dapat meningkatkan keanekaragaman hayati. Adanya tumbuhan berarti memberikan lingkungan yang lebih baik bagi organisme lain.
- c. Pembuatan taman-taman kota, yaitu memberikan keindahan dan lingkungan lebih nyaman, serta dapat meningkatkan keanekaragaman hayati.

- d. Usaha manusia untuk mempertahankan keberadaan plasma nutfah yang dikenal sebagai usaha pelestarian atau konservasi. Dilakukan melalui dua cara, yaitu: secara in situ (dilaksanakan di habitat aslinya) dan pelestarian secara ex situ (dilaksanakan dengan memindahkan individu yang dilestarikan dari tempat tumbuh aslinya dan dipelihara di tempat lain).

Kerjakan Tugas 7.3 berikut yang akan mendorong kalian untuk **mencari informasi lebih jauh** dan mengembangkan **wawasan kebinekaan** kalian!

### Tugas 7.3

Carilah dari media cetak (surat kabar, majalah, tabloid, dan sebagainya) kegiatan manusia yang memengaruhi keanekaragaman hayati di Indonesia serta upaya-upaya pelestarian yang dilakukan! Berikanlah analisis tiap kegiatan tersebut! Kerjakan di dalam buku tugas kalian!

## Rangkuman

1. Banyaknya spesies yang ada dalam ekosistem disebut keanekaragaman hayati.
2. Biodiversitas di Indonesia sangat unik karena:
  - a. Keanekaragamannya tinggi.
  - b. Memiliki hewan tipe oriental, Australian, dan peralihan.
  - c. Indonesia kaya akan flora Malesiana.
  - d. Indonesia kaya akan hewan dan tumbuhan endemik.
  - e. Terdapat berbagai hewan dan tumbuhan langka.
3. Manfaat keanekaragaman hayati, yaitu sebagai sumber pangan, perumahan, dan kesehatan, sebagai sumber plasma nutfah, manfaat ekologi, manfaat keilmuan, manfaat keindahan, dan sebagai sumber pendapatan.

4. Kegiatan manusia dapat menurunkan dan meningkatkan keanekaragaman hayati:
- a. Kegiatan manusia yang menurunkan keanekaragaman hayati, yaitu:
    - 1) Kerusakan habitat.
    - 2) Polusi.
    - 3) Penggunaan spesies yang berlebihan untuk kepentingan manusia.
    - 4) Introduksi spesies eksotik.
    - 5) Penyebaran penyakit.
  - b. Kegiatan manusia yang meningkatkan keanekaragaman hayati, yaitu:
    - 1) Pemuliaan.
    - 2) Reboisasi.
    - 3) Pembuatan taman-taman kota.
    - 4) Usaha manusia untuk mempertahankan keberadaan plasma nutfah yang dikenal sebagai usaha pelestarian atau konservasi.



## Evaluasi

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, *d*, atau *e*!

1. Di bawah ini adalah penyebab biodiversitas di Indonesia sangat unik, *kecuali* . . . .
  - a. keanekaragaman tinggi
  - b. memiliki hewan tipe oriental, Australian, dan peralihan
  - c. Indonesia kaya akan hewan dan tumbuhan impor dari negara lain
  - d. terdapat berbagai hewan dan tumbuhan langka
  - e. Indonesia kaya akan flora Malesiana



2. Indonesia bagian barat merupakan satu kesatuan daerah oriental dapat ditunjukkan dengan adanya hewan . . . .
  - a. gajah, zebra, marsupialia, burung
  - b. zebra, bison, babi hutan, kijang tanduk
  - c. jerapah, singa, gorila, koala
  - d. gajah, harimau, babi hutan, siamang
  - e. koala, kasuari, cendrawasih, kanguru
3. Keunikan hewan-hewan yang termasuk daerah Australian, yaitu . . . .
  - a. banyak hewan berkantung
  - b. terdapat berbagai jenis hewan primata
  - c. terdapat berbagai hewan endemik
  - d. spesies mamalia berukuran tubuh besar
  - e. terdapat berbagai jenis burung yang bersuara merdu
4. Anoa, babi rusa, dan burung maleo adalah hewan-hewan pada wilayah . . . .
  - a. Australian
  - b. peralihan
  - c. oriental
  - d. selatan
  - e. utara
5. Di bawah ini adalah nama-nama hewan:
  - 1) *Harimau jawa*
  - 2) *Ular sawah*
  - 3) *Tikus*
  - 4) *Burung maleo*
  - 5) *Komodo*
  - 6) *Badak bercula satu*Adapun yang termasuk hewan endemik di Indonesia adalah . . . .
  - a. 1 - 2 - 3 - 4
  - b. 2 - 3 - 4 - 5
  - c. 3 - 4 - 5 - 6
  - d. 1 - 4 - 5 - 6
  - e. 2 - 3 - 5 - 6

6. Kegiatan manusia yang meningkatkan keanekaragaman hayati adalah seperti berikut, *kecuali* . . . .
  - a. pemuliaan
  - b. reboisasi
  - c. pembuatan taman-taman kota
  - d. konservasi plasma nutfah
  - e. penebangan hutan untuk daerah pemukiman
7. Hewan endemik adalah hewan yang . . . .
  - a. ada pada berbagai wilayah
  - b. selalu berpindah-pindah
  - c. menampakkan diri pada waktu tertentu
  - d. ada pada wilayah tertentu
  - e. berada pada wilayah perbatasan
8. Di bawah ini yang merupakan hewan langka adalah . . . .
  - a. harimau jawa, kuda, maleo, banteng, komodo
  - b. kerbau, jerapah, buaya muara, kanguru pohon, mandril
  - c. komodo, anjing, burung, singa, ular
  - d. kuda, kucing, burung, ular sanca hijau, banteng
  - e. macan kumbang, tapir, cendrawasih, maleo, komodo
9. Kegiatan manusia yang dapat menurunkan keanekaragaman hayati adalah . . . .
  - a. introduksi spesies eksotik
  - b. reboisasi
  - c. pemuliaan
  - d. pembuatan taman-taman kota
  - e. konservasi plasma nutfah
10. Konservasi plasma nutfah yang dilaksanakan di habitat aslinya disebut . . . .
  - a. pelestarian ex situ
  - b. pelestarian in situ
  - c. pelestarian habitat
  - d. pelestarian ekosistem
  - e. pelestarian murni

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Mengapa biodiversitas di Indonesia sangat unik?
2. Sebutkan kegiatan manusia yang dapat menurunkan maupun meningkatkan keanekaragaman hayati!
3. Jelaskan perbedaan konservasi plasma nutfah in situ dan ex situ!
4. Jelaskan keunikan hewan-hewan yang termasuk daerah oriental dan Australian!
5. Berilah contoh masing-masing 5 spesies hewan maupun tumbuhan langka di Indonesia!

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja**, **kreativitas**, dan mengembangkan **kecakapan sosial** kalian!

**Tugas Portofolio**

Buatlah karya tulis ilmiah tentang biodiversitas di Indonesia (baik hewan maupun tumbuhan)! Kerjakan secara berkelompok! Waktu pengerjaan 1 minggu.

## Bab VIII

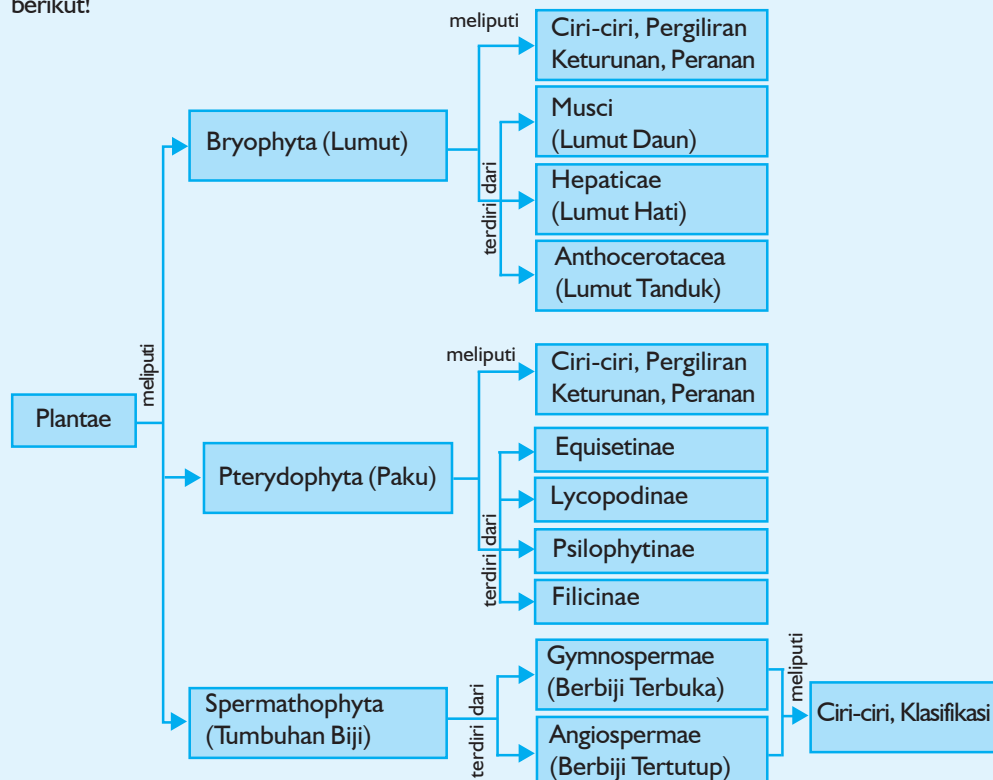
# Plantae

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: [www.depreview.com](http://www.depreview.com)

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat membedakan antara tumbuhan lumut, tumbuhan paku, dan tumbuhan biji, serta memanfaatkan dan melestarikan tumbuhan tersebut dalam kehidupan

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab VIII:

1. Tumbuhan
2. Ciri-ciri
3. Klasifikasi
4. Pergiliran keturunan



**Gambar 8.1** *Tumbuhan dibutuhkan oleh semua makhluk hidup*

**Sumber:** Dok. Penerbit

Tumbuhan merupakan salah satu makhluk ciptaan-Nya yang menyusun kehidupan di dunia ini. Ketika melihat sekeliling kita, hamparan sawah yang menghijau atau begitu luasnya hutan, akan semakin menambah kekaguman kita terhadap ciptaan-Nya yang begitu mahasempurna. Semua kehidupan yang ada di dunia ini, baik secara langsung ataupun tidak langsung tergantung pada keberadaan tumbuhan. Pada bab ini, kalian diajak memasuki dunia tumbuhan yang meliputi Bryophyta (tumbuhan lumut), Pterydophyta (tumbuhan paku), dan Spermathophyta (tumbuhan berbiji).

## A. Bryophyta (Lumut)

Ketika kalian berada di daerah pegunungan atau batu-batuan yang ada di sungai atau di tembok-tembok di dekat sumur rumah kalian sering kalian temukan tumbuhan yang berwarna hijau, hidup menempel. Tumbuhan tersebut adalah Bryophyta (tumbuhan lumut).

### 1. Ciri-ciri Bryophyta

Bryophyta berasal dari bahasa Yunani, kata *bryum* yang berarti lumut dan *phyta* artinya adalah tumbuhan. Tumbuhan lumut memiliki ciri-ciri:

- Memiliki habitat di daerah yang lembap.
- Tumbuhan lumut merupakan peralihan dari thallophyta ke cormophyta, karena tumbuhan lumut belum memiliki akar sejati.
- Akar pada tumbuhan lumut masih berupa rhizoid, selain itu tumbuhan ini belum memiliki berkas pembuluh angkut xylem dan floem, sehingga untuk mengangkut zat hara dan hasil fotosintesisnya menggunakan sel-sel parenkim yang ada.
- Tumbuhan lumut memiliki klorofil atau zat hijau daun sehingga cara hidupnya fotoautotrof.
- Tumbuhan lumut dalam hidupnya dapat bereproduksi secara aseksual dengan pembentukan spora haploid dan reproduksi seksual dengan peleburan gamet jantan dan gamet betina.
- Dalam siklus hidupnya atau metagenesis tumbuhan lumut, akan didapati fase gametofit, yaitu tumbuhan lumut sendiri yang lebih dominan dari fase sporofit, yaitu sporogonium.

### 2. Klasifikasi Bryophyta

Divisio tumbuhan lumut dibagi menjadi beberapa kelas, yaitu:

#### a. Musci (lumut daun)

Disebut lumut daun karena pada jenis lumut ini telah ditemukan daun meskipun ukurannya masih kecil. Lumut daun merupakan jenis lumut yang banyak dijumpai sehingga paling banyak dikenal. Contoh-contoh spesiesnya adalah *Polytrichum juniperinum*, *Furaria*, *Pogonatum cirratum*, dan *Sphagnum*.



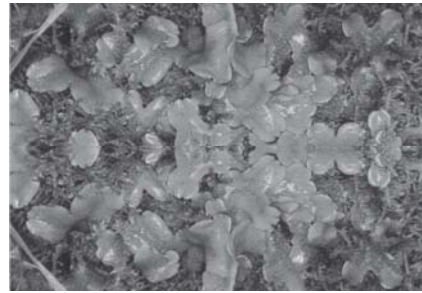
Gambar 8.2 *Sphagnum*

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer  
Jilid 6, 2000 : 56



### b. *Hepaticae* (lumut hati)

Lumut hati atau *Hepaticae* dapat bereproduksi secara seksual dengan peleburan gamet jantan dan betina, secara aseksual dengan pembentukan gemmae. Contohnya adalah *Marchantia polymorpha*.



**Gambar 8.3** Lumut hati

Sumber: Oxford Ensiklopedi Pelajar Jilid 5,  
2005 : 19

### c. *Anthocerotaceae* (lumut tanduk)

Disebut sebagai lumut tanduk karena morfologi sporofitnya mirip seperti tanduk hewan. Contohnya adalah *Anthoceros leavis*.



**Gambar 8.4** Lumut tanduk

Sumber: Indonesian Heritage Jilid 4,  
2002 : 23

## 3. Metagenesis atau Pergiliran Keturunan Lumut

Pada tumbuhan lumut, proses reproduksi baik secara seksual dan aseksual berlangsung melalui suatu proses yang disebut sebagai metagenesis. Dalam metagenesis, terjadi pergiliran keturunan antara generasi sporofit ( $2n$ ) dan generasi gametofit ( $n$ ).

Ketika ada spora yang jatuh pada tempat yang sesuai, maka spora tadi akan tumbuh menjadi protonema. Protonema tadi akan segera tumbuh menjadi tumbuhan lumut dewasa yang akan menghasilkan gamet jantan, yaitu anteridium yang akan menghasilkan spermatozoid dan juga menghasilkan gamet betina, yaitu arkegonium yang akan menghasilkan ovum. Apabila terjadi fertilisasi antara spermatozoid dengan ovum maka akan terbentuk zigot, zigot tadi akan segera berkembang menjadi sporogonium yang akan menghasilkan spora. Spora yang dihasilkan sporogonium akan membelah dan akan keluar serta tumbuh lagi menjadi protonema. Siklus akan berjalan seperti semula.

Kerjakan Latihan 8.1 berikut yang akan mengembangkan **kecakapan personal** dan **kecakapan akademik** kalian!

### Latihan 8.1

Buatlah skema pergiliran keturunan pada lumut! Kerjakan di buku latihan kalian!

#### 4. Peranan Tumbuhan Lumut dalam Kehidupan

Dalam kehidupan, tumbuhan lumut juga memiliki manfaat, di antaranya adalah:

- Dalam ekosistem yang masih alami, lumut merupakan tumbuhan perintis karena dapat melapukkan batuan sehingga dapat ditempati oleh tumbuhan yang lain.
- Lumut dapat menyerap air yang berlebih, sehingga dapat mencegah terjadinya banjir.
- Lumut jenis *Marchantia polymorpha* dapat digunakan sebagai obat radang hati.
- Lumut *Sphagnum* dapat dijadikan sebagai bahan pengganti kapas untuk industri tekstil.

Lakukan Percobaan 8.1 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu** dan mengembangkan **kecakapan vokasional** kalian!

### Percobaan 8.1

Lakukanlah kegiatan berikut ini!

#### Alat dan bahan:

- Lup atau kaca pembesar
- Jarum pentul
- Mikroskop
- Objek glass
- Deck glass
- Tumbuhan lumut (*Polytricum juniperinum* dan *Marchantia polymorpha*)

#### Cara kerja:

- Kegiatan I
  - Ambillah tumbuhan lumut *Polytricum juniperinum* dan *Marchantia polymorpha* lengkap!



2. Amatilah tumbuhan lumut *Polytricum juniperinum* dan *Marchantia polymorpha* dengan menggunakan lup atau kaca pembesar!
  3. Deskripsikan hasil pengamatanmu, serta gambarlah bagian-bagian tumbuhan lumut tadi!
- b. Kegiatan 2
1. Ambillah sporangium lumut *Polytricum juniperinum* dan *Marchantia polymorpha*!
  2. Amati di bawah mikroskop!
  3. Gambarlah hasil pengamatan kalian!
  4. Adakah perbedaan antara sporangium *Polytricum juniperinum* dan *Marchantia polymorpha*!
  5. Amati pula anteridium dan arkegonium dari *Marchantia polymorpha*!

## B. Pteridophyta (Tumbuhan Paku)

Sama dengan tumbuhan lumut, tumbuhan paku merupakan tumbuhan yang sebagian besar hidup di tempat-tempat yang lembap.

### 1. Ciri-ciri Pteridophyta

Tumbuhan paku memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Berbeda dengan tumbuhan lumut, tumbuhan paku sudah memiliki akar, batang, dan daun sejati. Oleh karena itu, tumbuhan paku termasuk kormophyta berspora.
- b. Baik pada akar, batang, dan daun, secara anatomi sudah memiliki berkas pembuluh angkut, yaitu xilem yang berfungsi mengangkut air dan garam mineral dari akar menuju daun untuk proses fotosintesis, dan floem yang berfungsi mengedarkan hasil fotosintesis ke seluruh bagian tubuh tumbuhan.
- c. Habitat tumbuhan paku ada yang di darat dan ada pula yang di perairan serta ada yang hidupnya menempel.
- d. Pada waktu masih muda, biasanya daun tumbuhan paku menggulung dan bersisik.
- e. Tumbuhan paku dalam hidupnya dapat bereproduksi secara aseksual dengan pembentukan gemmae dan reproduksi seksual dengan peleburan gamet jantan dan gamet betina.

- f. Dalam siklus hidup (metagenesis) terdapat fase sporofit, yaitu tumbuhan paku sendiri.
- g. Fase sporofit pada metagenesis tumbuhan paku memiliki sifat lebih dominan daripada fase gametofitnya.
- h. Memiliki klorofil sehingga cara hidupnya hidupnya fotoautotrof.

Macam-macam daun pada tumbuhan paku adalah:

**a. Berdasarkan ukurannya**

1) *Mikrofil*

Berasal dari kata *mikro* yang berarti kecil dan *folium* yang berarti daun, jadi daun ini memiliki ukuran yang kecil dan jaringan-jaringan di dalamnya belum terdiferensiasi secara jelas.

2) *Makrofil*

Berasal dari kata *makro* yang artinya besar dan *folium* yang berarti daun, jadi daun ini memiliki ukuran yang besar dan sudah terdiferensiasi. Di sini sudah bisa didapatkan jaringan epidermis serta daging daun yang terdiri atas jaringan spons dan jaringan bunga karang.

**b. Berdasarkan fungsinya**

1) *Tropofil*

Merupakan daun yang hanya berguna untuk fotosintesis. Pada daun ini, tidak dihasilkan spora yang merupakan alat perkembangbiakan tumbuhan paku.

2) *Sporofil*

Merupakan jenis daun pada tumbuhan paku yang selain dapat digunakan untuk fotosintesis juga dapat menghasilkan spora.

Spora tumbuhan paku terletak dalam sorus yang merupakan kumpulan dari kotak spora (sporangium).

Berdasarkan jenis-jenis spora yang dihasilkan, dikenal tumbuhan paku homospora, paku peralihan, dan paku heterospora.

a) Paku homospora

Merupakan jenis paku yang hanya menghasilkan spora jantan atau spora betina saja. Contohnya adalah *Lycopodium* atau paku kawat.

b) Paku peralihan

Merupakan jenis paku yang dapat menghasilkan dua macam spora, yaitu spora jantan dan spora betina. Namun, spora-spora yang dihasilkan tersebut memiliki bentuk dan ukuran yang sama. Contohnya adalah *Equisetum debile*.

c) Paku Heterospora

Merupakan jenis paku yang dapat menghasilkan spora dengan jenis dan ukuran yang berbeda, yaitu spora jantan dan spora betina. Spora jantan memiliki ukuran yang lebih kecil, atau biasa disebut sebagai mikrospora dan spora betina memiliki ukuran yang lebih besar, atau biasa disebut sebagai makrospora. Contohnya adalah *Marsilea crenata* (semanggi) dan *Selaginella widenowii*.

**2. Klasifikasi Pteridophyta**

Tumbuhan paku dapat diklasifikasikan menjadi 4 kelas, yaitu:

a. *Psilophytinae*

Contohnya adalah *Psilotum nodum*. Anggota kelas ini banyak yang telah punah.

b. *Equisetinae*

Contohnya adalah *Equisetum debile* atau paku ekor kuda.

c. *Lycopodinae*

Contohnya adalah *Lycopodium* atau paku kawat dan *Marsilea crenata* (semanggi).

d. *Filicinae*

Contohnya adalah paku pakis.

**3. Metagenesis atau Pergiliran Keturunan Paku**

Pada metagenesis tumbuhan paku, baik pada paku homospora, paku heterospora, ataupun paku peralihan, pada prinsipnya sama. Ketika ada spora yang jatuh di tempat yang cocok, spora tadi akan berkembang menjadi protalium yang merupakan generasi penghasil gamet atau biasa disebut sebagai generasi gametofit, yang akan segera membentuk anteridium yang akan menghasilkan spermatozoid dan arkegonium yang akan menghasilkan ovum. Ketika spermatozoid dan ovum bertemu, akan terbentuk zigot yang diploid yang akan segera berkembang menjadi tumbuhan paku. Tumbuhan paku yang kita lihat sehari-hari merupakan generasi sporofit karena mampu membentuk sporangium yang akan menghasilkan spora untuk berkembangbiakan.

Fase sporofit pada metagenesis tumbuhan paku memiliki sifat lebih dominan daripada fase gametofitnya.

Kerjakan Latihan 8.2 berikut yang akan mengembangkan **kecakapan personal** dan **kecakapan akademik** kalian!

### Latihan 8.2

Buatlah skema pergiliran keturunan pada paku homospora! Tulislah dalam buku latihan!

Apabila kita amati daun tumbuhan paku penghasil spora (sporofil), di sana akan kita jumpai organ-organ khusus pembentuk spora. Spora dihasilkan dan dibentuk dalam suatu wadah yang disebut sebagai sporangium. Biasanya sporangium pada tumbuhan paku terkumpul pada permukaan bawah daun.

#### Tahukah kamu?

Dalam pertanian, *Azolla pinnata* (paku air) yang bersimbiosis dengan *Anabaena azollae* mampu mengikat nitrogen bebas dari udara sehingga mampu mempersubur lahan pertanian yang mampu menghemat penggunaan pupuk.

Sumber: [www.batan.go.id/hasil](http://www.batan.go.id/hasil), 2006

#### 4. Manfaat Tumbuhan Paku

Dalam kehidupan sehari-hari, tumbuhan paku juga berperan dalam kehidupan, antara lain:

- Sebagai tanaman hias, misalnya *Adiantum cuneatum* (suplir), *Asplenium nidus* (paku sarang burung) dan *Platyserium biforme* (paku simbar menjangan).
- Sebagai tanaman obat, misalnya rimpang dari *Aspidium filixmas* (*Dryopteris*) yang mampu mengobati cacingan.
- Sebagai bingkai dalam karangan bunga.
- Sebagai pupuk hijau.
- Sebagai sayuran, contohnya adalah *Marsilea crenata* (semanggi).

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja**, **rasa ingin tahu**, menambah **wawasan kontekstual** kalian!

#### Tugas

Carilah beberapa tumbuhan paku yang tumbuh di sekitar lingkungan kalian, kemudian kerjakan tugas berikut ini!

- Manakah yang dimaksud tropofil dan sporofil?
- Tuliskan nama spesies tumbuhan paku yang kalian ambil tadi! Apakah termasuk paku homospora, heterospora, atau paku peralihan?

## C. Spermathophyta (Tumbuhan Berbiji)

Seperti halnya tumbuhan paku, tumbuhan berbiji merupakan tumbuhan berkormus karena sudah memiliki akar, batang, dan daun sejati.

### 1. Ciri-ciri Spermathophyta

Spermatophyta berasal dari kata *spermae* yang berarti biji dan *phyton* yang berarti tumbuhan. Tumbuhan ini memiliki ciri utama, yaitu ditemukannya suatu organ, yaitu biji yang berasal dari bakal biji. Pada tumbuhan berbiji, juga sudah dilengkapi dengan berkas pembuluh angkut, yaitu xylem dan floem.

### 2. Klasifikasi Spermathophyta

Spermathophyta dapat dibagi menjadi 2 kelas, yaitu:

#### a. *Gymnospermae* (tumbuhan berbiji terbuka)

Tumbuhan *Gymnospermae* disebut juga tumbuhan berbiji telanjang, karena bakal bijinya tidak dibungkus oleh daun buah. Terdapat kambium sehingga dapat tumbuh membesar. Daun kebanyakan kaku dan sempit, ada yang berbentuk jarum, misalnya pada pinus, ada yang seperti pita bertulang daun sejajar, misalnya pakis haji, dan ada pula agak lebar bertulang daun menyirip, misalnya melinjo. Bunga umumnya tidak memiliki mahkota atau bila memiliki mahkota tidak berwarna mencolok dan bentuknya seperti sisik.

Klasifikasi tumbuhan *Gymnospermae* dibagi menjadi:

##### 1) *Coniferales*

*Coniferales* berarti kerucut, ditandai dengan adanya strobilus yang berbentuk kerucut. Bakal buah berada pada strobilus betina yang memiliki ukuran lebih besar daripada strobilus jantan yang mengandung serbuk sari. Selain itu, secara morfologi memiliki bentuk bangun tubuh seperti kerucut. Contohnya adalah *Pinus merkusii* (pinus), *Araucaria*, *Cupressus*.

##### 2) *Ginkgoales*

Sama halnya dengan ordo *Cycadales*, anggota *Ginkgoales* juga tumbuhan yang berumah dua. Strobilus jantan dan strobilus betina dihasilkan pada individu yang berlainan. Contohnya adalah *Ginkgo biloba*.

##### 3) *Cycadales*

Batang dari tanaman yang termasuk anggota ordo ini tidak bercabang, memiliki daun majemuk seperti daun kelapa yang tersusun sebagai tajuk pada batang yang memanjang.

Morfologi tumbuhan ini sangat mirip dengan tumbuhan palem-paleman. Contoh yang masih ada sampai sekarang adalah tanaman pakis haji (*Cycas rumphi*).

Anggota dari ordo Cycadales adalah berumah dua, di mana strobilus jantan dan strobilus betina dihasilkan pada individu yang berlainan.



**Gambar 8.5** Strobilus jantan pada *Cycas rumphi*



**Gambar 8.6** Strobilus betina pada *Cycas rumphi*

Sumber: Indonesian Heritage Jilid 4, 2002 : 27

#### 4) Gnetales

Sampai sekarang contoh spesies dari kelas ini yang sering kita jumpai adalah tumbuhan melinjo (*Gnetum gnemon*). Sama halnya dengan yang lainnya, melinjo dalam perkembangbiakannya juga ditemukan adanya bunga jantan dan bunga betina.

#### b. Angiospermae (tumbuhan berbiji tertutup)

Disebut sebagai tumbuhan berbiji tertutup dikarenakan bakal biji yang dimiliki tumbuhan ini dilindungi oleh daun buah. Pada tumbuhan ini juga telah memiliki bunga yang sesungguhnya, memiliki bentuk dan susunan urat daun yang beranekaragam. Ada daun yang pipih, sempit, ataupun lebar, dan susunan urat daunnya ada yang menyirip, menjari, melengkung, ataupun sejajar seperti pita. Alat perkembangbiakan secara generatif berupa bunga.

#### Macam-macam bunga:

##### 1) Bunga lengkap

Merupakan bunga yang memiliki semua bagian bunga tanpa terkecuali, yaitu tangkai bunga, kelopak bunga, mahkota bunga, benang sari, dan putik. Contohnya adalah bunga mawar, melati (*Jasminum sambac*), dan bunga sepatu.

## 2) Bunga tidak lengkap

Merupakan bunga yang tidak memiliki salah satu bagian bunga. Contohnya adalah bunga tanaman rumput-rumputan yang tidak memiliki mahkota bunga.

## 3) Bunga sempurna

Merupakan bunga yang memiliki benang sari dan putik sekaligus, selain itu juga memiliki bagian-bagian bunga yang lain. Contohnya adalah bunga sepatu.

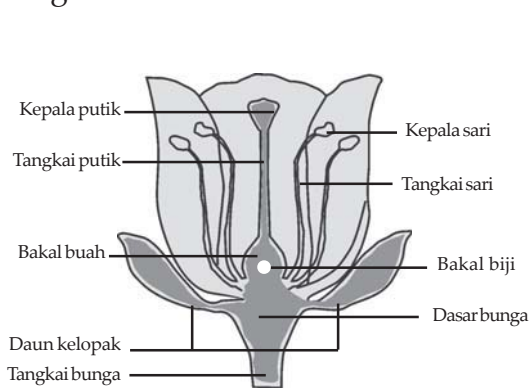
## 4) Bunga tidak sempurna

Merupakan bunga yang hanya memiliki benang sari atau hanya memiliki putik saja, selain itu juga memiliki bagian-bagian bunga yang lain. Contohnya adalah bunga salak, bunga kelapa, jagung, dan melinjo. Bunga yang hanya memiliki benang sari biasa disebut juga sebagai bunga jantan dan bunga yang hanya memiliki putik saja biasa disebut sebagai bunga betina.

### Tahukah kamu?

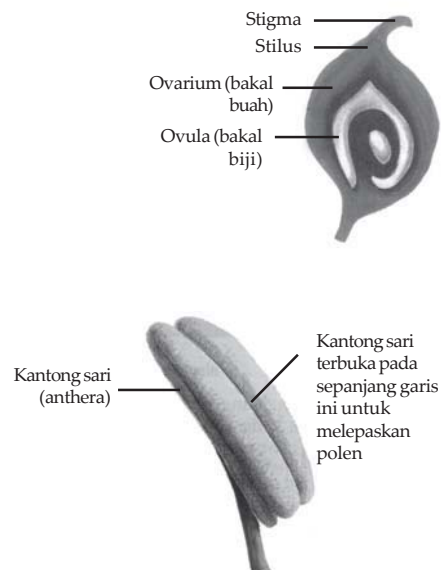
Tumbuhan insectivora (pemakan serangga), misalnya kantong semar, memiliki daun yang berbentuk piala dan di bagian dalamnya licin sehingga dapat menggelincirkan serangga yang hinggap. Dengan enzim yang dimiliki, serangga yang sudah terjebak akan dihancurkan, sehingga tumbuhan ini memperoleh zat hara yang dibutuhkan.

Sumber: Kompas, 11 Juli 2005



Gambar 8.7 Struktur anatomi bunga

Sumber: Dok. Penerbit



Gambar 8.8 Alat kelamin betina dan jantan pada bunga

Sumber: Oxford Ensiklopedi Pelajar Jilid 2, 2005 : 89



Klasifikasi Angiospermae berdasarkan jumlah keping biji yang ada, dibedakan menjadi dua kelas, yaitu:

1) *Monokotil*

Berasal dari kata *mono* yang berarti satu atau tunggal dan *kotiledonae* yang artinya keping biji. Jadi, tumbuhan monokotil adalah tumbuhan yang hanya memiliki satu keping atau daun biji. Tumbuhan ini memiliki perakaran serabut dan secara umum tumbuhan ini tidak bercabang. Daun yang dimiliki memiliki tulang daun sejajar ataupun melengkung. Bagian-bagian bunga yang dimiliki berjumlah kelipatan tiga.

Secara anatomi, baik pada bagian batang ataupun akar tidak akan dijumpai kambium, sehingga pada tumbuhan monokotil hanya mengalami pertumbuhan memanjang saja, tumbuhan monokotil memiliki berkas pembuluh angkut yang tersebar dan tidak teratur.

Berikut ini adalah famili-famili dari tumbuhan monokotil:

- a) Liliaceae, contohnya kembang sunsang.
- b) Poaceae atau Graminae, contohnya padi, alang-alang, dan jagung.
- c) Zingiberaceae, contohnya jahe, lengkuas, dan kencur.
- d) Musaceae, contohnya pisang.
- e) Orchidaceae, contohnya anggrek.
- f) Arecaceae, contohnya kelapa, palem.

2) *Dikotil*

Pada biji dikotil akan didapatkan dua keping atau daun biji. Itulah ciri pokok dari tumbuhan dikotil. Selain itu, secara umum pada batang tumbuhan dikotil didapatkan cabang, serta memiliki sistem perakaran tunggang.

Tumbuhan dikotil memiliki sistem tulang daun menyirip atau menjari. Baik di dalam akar ataupun batang akan dijumpai adanya kambium yang memiliki fungsi untuk pertumbuhan. Selain tumbuh memanjang, tumbuhan dikotil juga mengalami pertumbuhan membesar atau melebar, dikarenakan aktivitas kambium. Berkas pembuluh angkut xylem dan floem tersusun teratur dalam satu lingkaran.

Berikut ini adalah famili-famili tumbuhan dikotil:

- a) Euphorbiaceae, contohnya karet.
- b) Moraceae, contohnya beringin.
- c) Papilionaceae, contohnya kacang tanah.
- d) Labiatae, contohnya kentang.



- e) Convolvulaceae, contohnya kangkung.
- f) Apocynaceae, contohnya kamboja.
- g) Rubiaceae, contohnya kopi.
- h) Verbenaceae, contohnya jati.
- i) Myrtaceae, contohnya cengkeh.
- j) Rutaceae, contohnya jeruk.
- k) Bombacaceae, contohnya durian.
- l) Malvaceae, contohnya waru.
- m) Mimosaceae, contohnya putri malu.
- n) Caesalpiniaceae, contohnya asam.

Kerjakan Latihan 8.3 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu**, **berpikir kritis**, dan mengembangkan **kecakapan personal** serta **kecakapan akademik** kalian!

### Latihan 8.3

Sebutkan perbedaan tanaman monokotil dan dikotil dalam bentuk tabel!  
Kerjakan di buku latihan!

Lakukan Percobaan 8.2 berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja**, **rasa ingin tahu**, dan mengembangkan **kecakapan hidup** serta menambah **wawasan kontekstual** kalian!

### Percobaan 8.2

#### Alat dan bahan:

1. Tanaman padi
2. Tanaman kacang
3. Tanaman mangga
4. Tanaman melinjo

#### Cara kerja:

1. Amatilah tanaman padi, tanaman melinjo, tanaman kacang, dan tanaman mangga yang telah berbunga dan berbuah!
2. Catatlah hasil pengamatan kalian dalam tabel berikut ini!
3. Bandingkan dengan teman sebangku kalian!

**Tabel:** Hasil pengamatan terhadap beberapa tanaman

No.	Ciri	Mangga	Padi	Kacang	Melinjo
1.	Habitus				
2.	Akar				
3.	Batang				
4.	Daun				
5.	Bunga				

**Pertanyaan:**

1. Tumbuhan manakah yang termasuk Angiospermae dan Gymnospermae? Jelaskan!
2. Dari tumbuhan tersebut, manakah yang termasuk tumbuhan monokotil dan mana yang termasuk dikotil? Jelaskan perbedaan antara keduanya!

## Rangkuman

1. Tumbuhan lumut (*Bryophyta*) dibagi menjadi tiga kelas, yaitu *Musci* (lumut daun), dan *Hepaticae* (lumut hati), dan *Anthocerotaceae* (lumut tanduk).
2. Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) dibagi menjadi 4 kelas, yaitu *Psilophytinae*, *Equisetinae*, *Lycopodinae*, dan *Filicinae*.
3. Berdasarkan ukurannya, daun tumbuhan paku dibedakan menjadi *mikrofil* dan *makrofil*, sedangkan berdasarkan fungsinya dibagi menjadi *tropofil* dan *sporofil*.
4. Tumbuhan paku dan lumut semasa hidupnya akan mengalami metagenesis, yaitu proses pergiliran keturunan.
5. Spermathophyta atau tumbuhan berbiji dibedakan menjadi Gymnospermae atau tumbuhan berbiji terbuka dan Angiospermae atau tumbuhan berbiji tertutup.
6. Angiospermae berdasarkan jumlah keping bijinya dibedakan menjadi monokotil (tumbuhan berkeping satu) dan dikotil (tumbuhan berkeping dua).



## Evaluasi

**A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!**

1. Tumbuhan lumut disebut sebagai peralihan dari tumbuhan berthallus ke tumbuhan berkormus karena . . .
  - a. mengalami pergiliran keturunan
  - b. bereproduksi dengan spora
  - c. tidak berkambium
  - d. tidak memiliki berkas pembuluh
  - e. termasuk tumbuhan tingkat rendah
2. Tumbuhan lumut yang berfungsi sebagai obat sakit hepatitis adalah . . .
  - a. *Anthoceros leavis*
  - b. *Pogonatum cirhatum*
  - c. *Marchantia polymorpha*
  - d. *Polytricum commune*
  - e. *Sphagnum squarossum*
3. Pada tumbuhan paku, daun yang berfungsi menghasilkan spora adalah . . .
  - a. tropofil
  - b. sporofil
  - c. sporofit
  - d. makrofil
  - e. mikrofil
4. Suatu tumbuhan dengan ciri-ciri memiliki akar tunggal, bercabang, daun umumnya sempit dan kaku, serta memiliki strobilus. Dari ciri-ciri yang ada tergolong tumbuhan . . .
  - a. Pterydophyta
  - b. Bryophyta
  - c. Angiospermae
  - d. Gymnospermae
  - e. Dycotiledoneae
5. Suatu tumbuhan dengan ciri-ciri berkayu, daun majemuk, dan bunga dengan mahkota seperti kupu-kupu termasuk . . .
  - a. *Orchidaceae*
  - b. *Myrtaceae*
  - c. *Papilionaceae*
  - d. *Rubiaceae*
  - e. *Arecaceae*

6. Termasuk saprophyta, fase gametofitnya lebih dominan dari fase sporofitnya dan cara hidupnya autotrof. Dari ciri-ciri yang ada termasuk tumbuhan . . . .
  - a. Pterydophyta
  - b. Bryophyta
  - c. Angiospermae
  - d. Gymnospermae
  - e. Dikotil
7. Daur hidup tumbuhan lumut diawali dari spora yang jatuh di tempat yang lembap akan tumbuh menjadi . . . .
  - a. protalium
  - b. protonema
  - c. sporofit
  - d. sporogonium
  - e. tumbuhan lumut
8. Ciri tumbuhan paku peralihan adalah . . . .
  - a. adanya mikrospora dan makrospora
  - b. spora yang dihasilkan kelaminnya berbeda, namun memiliki bentuk dan ukuran yang sama
  - c. menghasilkan dua spora yang memiliki jenis sama
  - d. spora jantan lebih kecil daripada spora betina
  - e. spora jantan lebih besar daripada spora betina
9. Padi, jagung, rumput, alang-alang termasuk ke dalam famili . . . .
  - a. Poaceae
  - b. Malvaceae
  - c. Papilionaceae
  - d. Euporbiaceae
  - e. Zingiberaceae
10. Tumbuhan paku yang kita jumpai sehari-hari dalam metagenesis berperan sebagai . . . .
  - a. gametofit
  - b. sporofit
  - c. protalium
  - d. protonema
  - e. sporofil

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Jelaskan perbedaan antara thallophyta dan kormophyta!
2. Jelaskan perbedaan antara tumbuhan monokotil dan dikotil dilihat dari morfologi dan anatomi!
3. Jelaskan bagaimana ciri-ciri generasi sporofit pada tumbuhan paku!
4. Jelaskan mengapa Bryophyta dikatakan sebagai peralihan antara thallophyta ke kormophyta!
5. Jelaskan mengapa tumbuhan melinjo dan pinus dikatakan sebagai tumbuhan berumah dua!

Lakukan tugas berikut yang akan menumbuhkan **wawasan produktivitas, keingintahuan**, dan mengembangkan **wawasan kebinekaan** serta menambah **wawasan kontekstual** kalian!

**Tugas Portofolio**

Lakukanlah pengamatan di sekitar tempat tinggal kalian! Amatilah tumbuhan yang ada di sana, serta kelompokkanlah tumbuhan yang kalian jumpai menjadi 4 kelompok, yaitu Bryophyta, Pteridophyta, Angiospermae, dan Gymnospermae! Buat berupa laporan dalam buku tugas kalian!

## Bab IX

# Animalia

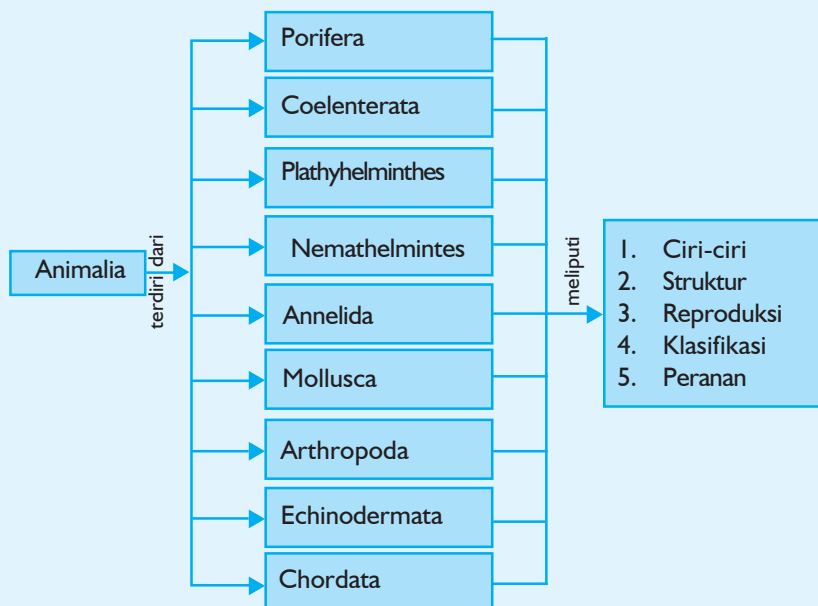


### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: [www.depreview.com](http://www.depreview.com)

Setelah kalian mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan dunia hewan yang meliputi Porifera, Coelenterata, Platyhelminthes, Nemathelminthes, Annelida, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata, dan Chordata serta ikut berperan dalam pelestariannya.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab IX:

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| 1. Hewan          | 4. Klasifikasi |
| 2. Struktur hewan | 5. Reproduksi  |
| 3. Ciri-ciri      | 6. Peranan     |



**Gambar 9.1** *Sapi merupakan salah satu contoh hewan mamalia*

**Sumber:** *CD Image*

Di sekitar kalian, banyak sekali ditemukan bermacam-macam jenis hewan. Ada yang bersifat bersel satu dan ada yang bersifat multiseluler. Serangga, reptilia, burung, dan mamalia hanyalah merupakan sebagian kelompok hewan yang sangat berlainan yang menghuni bumi. Bagaimanakah keberadaan mereka? Apakah peranan mereka bagi kehidupan?



## A. Porifera

Porifera atau biasa disebut sebagai hewan berpori berasal dari kata *pori* yang berarti lubang kecil dan *fero* yang berarti membawa atau mengandung.

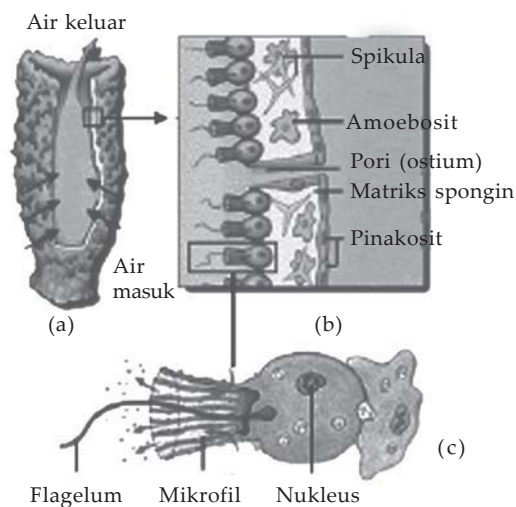
### 1. Ciri-ciri Porifera

- Merupakan hewan *multiselluler* (multi = banyak, selluler = sel).
- Habitat di perairan terutama di air laut.
- Tubuhnya tersusun atas jaringan diploblastik (terdiri atas 2 lapisan jaringan).
  - Lapisan ektoderm yang terdiri atas selapis sel yang pipih yang berfungsi sebagai kulit yang disebut *pinakosit*.
  - Lapisan endoderm yang terdiri atas sel leher atau *koanosit*.
- Memiliki tubuh yang berbentuk seperti piala atau botol dan hidupnya bersifat sessil atau menetap atau menempel pada substrat tertentu.
- Reproduksi vegetatif dengan tunas atau kuncup, gemmule (kuncup dalam), generatif dengan pembentukan sel gamet.

### 2. Struktur Tubuh Porifera dan Fungsinya

Pada tubuh Porifera terdapat pori-pori sebagai jalan masuknya air yang membawa makanan, kemudian oleh flagela yang ada pada koanosit, zat-zat makanan tadi akan ditangkap dan akan dicerna oleh koanosit atau sel leher. Setelah makanan tercerna, oleh sel *amoebosit*, maka sari-sari makanan akan diedarkan ke seluruh tubuh. Air yang sudah tidak mengandung zat-zat yang sudah tidak dibutuhkan oleh tubuh akan dikeluarkan melalui *oskulum*.

Di antara lapisan ektoderm dan endoderm terdapat rongga yang disebut mesenkim atau mesoglea tempat dari sel amoeboid dan skleroblast yang merupakan penyusun rangka atau *spikula* berada.



**Gambar 9.2** Struktur anatomi tubuh Porifera

Sumber: en.wikipedia.org, 2006



Porifera tidak mempunyai sel saraf. Sel-sel pada Porifera sensitif terhadap rangsang antara lain *choanocyt* dan *myocyt*, karena itu gerakan dari *flagellum* pada *choanocyt* tergantung pada keadaan lingkungan. Kemampuan *myocyt* terhadap stimulus adalah gerakan mengerut/mengendurnya sel tubuh sehingga *porocyt* ataupun *osculum* bisa menutup dan membuka. (Sri Dwi Astuti, 2000:45)

### 3. Reproduksi Porifera

Porifera bereproduksi melalui dua cara, yaitu secara generatif ataupun secara vegetatif. Reproduksi generatif, yaitu dengan sel-sel kelamin yang dihasilkan oleh sel amoeboid. Porifera termasuk hewan monoesius atau hermafrodit karena dalam satu tubuh bisa menghasilkan dua sel kelamin sekaligus.

Reproduksi vegetatif dengan pembentukan tunas ataupun kuncup. Ketika kuncup atau tunas-tunas tersebut lepas akan tumbuh menjadi individu baru. Apabila Porifera berada dalam lingkungan yang kering, maka akan membentuk *gemmae* atau kuncup dalam yang nantinya juga bisa tumbuh menjadi individu baru.

### 4. Klasifikasi Porifera

Berdasarkan bahan penyusun rangka tubuh, Porifera diklasifikasikan menjadi:

#### a. *Calcarea*

Merupakan kelas Porifera yang rangka tubuhnya terdiri dari spikula yang spongin (dari senyawa protein) tersusun atas zat kapur, contohnya adalah *Grantia* dan *Scypha*.

#### b. *Hexactinellida*

Merupakan Porifera yang rangka tubuhnya terdiri dari spikula, contohnya adalah *Euplectella*.

#### c. *Demospongia*

Merupakan Porifera yang spikulanya berasal dari campuran zat kapur atau silikat, contohnya adalah *Euspongia*, *Spongilla*.

## 5. Tipe-tipe Saluran Air pada Porifera

Berdasarkan jalan masuknya air ke dalam tubuh, Porifera dibedakan menjadi 3 tipe, yaitu:

### a. *Asconoid*

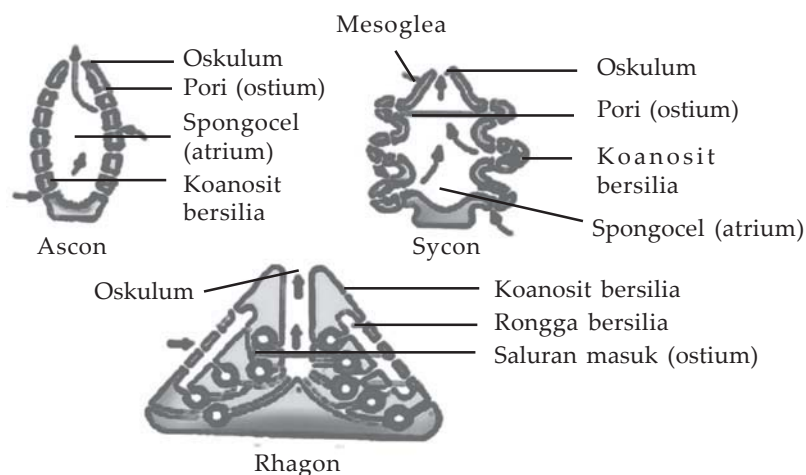
Tipe asconoid adalah tipe yang paling sederhana pada Porifera. Air akan masuk ke ostium, lalu menuju ke atrium atau rongga tubuh dan akan keluar lewat oskulum.

### b. *Syconoid*

Dibandingkan dengan tipe asconoid, jenis ini lebih rumit. Air yang masuk melalui pori-pori atau ostium akan menuju saluran radial, lalu ke atrium atau rongga dan keluar melalui oskulum.

### c. *Leuconoid atau Rhagon*

Merupakan tipe yang paling kompleks pada Porifera. Air masuk melalui pori-pori atau ostium, kemudian menuju saluran radial yang bercabang-cabang, kemudian masuk ke bagian atrium dan akan keluar melalui oskulum.



**Gambar 9.3** Tipe-tipe saluran air pada Porifera yang meliputi asconoid, syconoid, dan rhagon (leuconoid)

Sumber: [web.bio.utk.edu](http://web.bio.utk.edu)

Lakukan Percobaan 9.1 berikut yang akan mengembangkan **kecakapan personal** dan **kecakapan vokasional** kalian!

### Percobaan 9.1

Mengamati berbagai bentuk Porifera

**Alat dan bahan:**

1. Spesimen atau awetan Porifera
2. Kaca pembesar atau lup
3. Alat tulis
4. Gambar-gambar berbagai spesies Porifera

**Langkah kerja:**

1. Ambillah spesimen (bisa langsung diambil dari laut) atau berupa awetan Porifera!
2. Amati spesimen tersebut dan bandingkan dengan gambar yang ada!
3. Gambarlah hasil pengamatan kalian!

## 6. Peranan Porifera

Tubuh Porifera yang sudah mati dapat dimanfaatkan sebagai penggosok ketika mandi ataupun mencuci. Selain itu, dapat juga dimanfaatkan sebagai hiasan yang ada pada akuarium.

## B. Coelenterata

Coelenterata termasuk dalam phylum yang masih primitif. Hewan ini disebut juga sebagai hewan berongga. *Coelon* artinya rongga dan *entero* artinya usus. Jadi, hewan ini menggunakan rongga tubuh yang dimilikinya sebagai tempat pencernaan makanan.

### 1. Ciri-ciri Coelenterata

- a. Tubuh simetri radial.
- b. Diploblastik (tubuh terdiri atas dua lapisan jaringan).
- c. Memiliki rongga tubuh yang digunakan sebagai usus.
- d. Habitat di perairan, baik perairan tawar maupun laut.

- e. Pencernaan makanan dengan *sistem gastrovaskuler*.
- f. Memiliki lengan (tentakel) yang dilengkapi dengan sel beracun atau *cnidoblast*.
- g. Memiliki 2 tipe tubuh, yaitu:
  - 1) Tipe *polip*, yaitu tipe tubuh yang hidupnya tak bebas atau menempel pada substrat tertentu.
  - 2) Tipe *medusa* (seperti payung), yaitu tipe yang dapat hidup bebas karena memiliki kemampuan untuk berenang.

## 2. Struktur Tubuh Coelenterata dan Fungsinya

Seperti halnya pada Porifera, tubuh Coelenterata juga terdiri atas lapisan ektoderm atau lapisan luar dan endoderm atau lapisan dalam. Antara kedua lapisan tersebut terdapat rongga yang disebut sebagai *mesoglea*. Untuk mempertahankan diri terhadap musuhnya, pada lengan atau tentakel memiliki kemampuan untuk menghasilkan racun. Selain itu, tentakel juga berfungsi untuk menangkap makanan.

## 3. Reproduksi Coelenterata

Coelenterata bereproduksi secara generatif (seksual) maupun vegetatif (aseksual). Reproduksi generatif atau seksual terjadi dengan peleburan antara sel kelamin jantan (sperma) dan sel telur (ovum). Reproduksi vegetatif (aseksual) melalui pembentukan tunas. Apabila tunas pada tubuhnya lepas maka akan tumbuh menjadi individu baru.

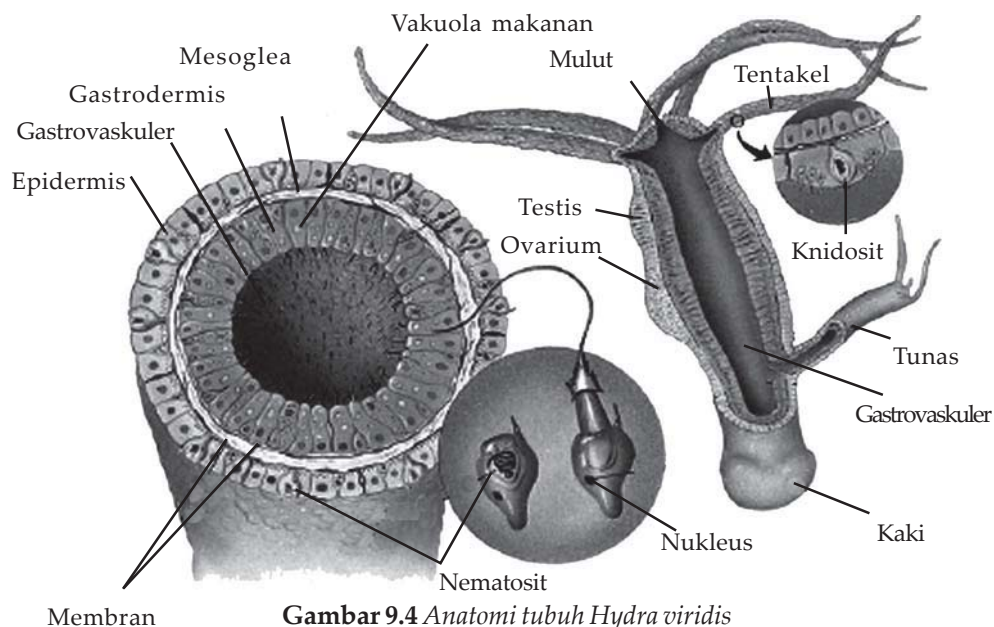
## 4. Klasifikasi Coelenterata

Secara garis besar Coelenterata dibagi menjadi 3 kelas, yaitu Hydrozoa, Scyphozoa, dan Anthozoa.

### a. Hydrozoa

*Hydra* merupakan hewan yang memiliki habitat di perairan (laut dan tawar). Hewan ini dilengkapi dengan tentakel atau lengan yang berguna untuk bergerak dan juga sekaligus untuk menangkap mangsa. Pada tentakel tersebut dilengkapi dengan nematosit, yaitu sel-sel yang dapat menghasilkan racun untuk melumpuhkan mangsanya. *Hydra* berkembang biak secara vegetatif dengan tunas dan generatif dengan peleburan sperma

dan ovum. Meskipun termasuk hewan monoesius (hermafrodit), hewan ini tidak bisa melakukan pembuahan sendiri karena dewasanya sel telur dan sperma yang dihasilkan tidak bersamaan, sehingga dalam fertilisasi tetap memerlukan individu yang lain. Contohnya adalah *Hydra*.



**Gambar 9.4** Anatomi tubuh *Hydra viridis*

Sumber: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), 2006

#### b. *Scyphozoa*

Bentuk tubuh Scyphozoa menyerupai mangkuk atau cawan, sehingga sering disebut ubur-ubur mangkuk. Contoh hewan kelas ini adalah *Aurellia aurita*, berupa medusa berukuran garis tengah 7 – 10 mm, dengan pinggiran berlekuk-lekuk 8 buah. Hewan ini banyak terdapat di sepanjang pantai.

#### c. *Anthozoa*

Anthozoa merupakan Coelenterata yang memiliki bentuk tubuh menyerupai bunga. Kelas ini merupakan pembentuk anemon laut atau terumbu karang yang dapat menambah keindahan pemandangan di laut.

### 5. Peranan Coelenterata

Dalam kehidupan, peranan Coelenterata antara lain:

- Dalam perairan berperan sebagai plankton.
- Penyusun terumbu karang yang ada di lautan.
- Sebagai hiasan.

## Tahukah kamu?

Di dalam laut ternyata ada hewan yang mampu menghasilkan cahaya dari dalam tubuhnya sendiri. Kawasan lampu merah pertama dibuat oleh sejenis ubur-ubur. Tujuannya adalah untuk memikat mangsa. Menurut para peneliti di Amerika Serikat, cahaya yang dihasilkan ketika masih muda dan saat dewasa oleh ubur-ubur jenis ini berbeda. Ketika masih muda sinar yang dihasilkan berwarna biru hijau dan ketika sudah dewasa cahaya yang dihasilkan adalah merah. Cahaya biru hijau itu dihasilkan dengan cara bioluminescence yang memancarkan energi dalam bentuk cahaya. Sedang cahaya merah dihasilkan melalui proses fluoresensi, yaitu suatu proses di mana cahaya yang memiliki gelombang cahaya pendek dipantulkan kembali sebagai cahaya yang memiliki panjang gelombang yang lebih panjang. Tujuan dari pengeluaran cahaya ini adalah untuk memikat ikan sebagai mangsa.

Sumber: [www.kompas.com](http://www.kompas.com), 2006

Kerjakan Latihan 9.1 berikut yang akan mengembangkan **kecakapan personal** dan **kecakapan akademik** kalian!

### Latihan 9.1

#### Mengidentifikasi Coelenterata

Sebutkan ciri-ciri *Coelenterata* berdasarkan Tabel 9.1 berikut ini:

**Tabel 9.1** Ciri-ciri Coelenterata

No.	Ciri Tubuh	Uraian
1.	Bentuk tubuh	
2.	Alat pencernaan	
3.	Alat reproduksi	
4.	Peredaran darah	
5.	Transportasi	
6.	Alat pertahanan diri	
7.	.....	

## C. Platyhelminthes

Orang sering menyebut phylum cacing ini sebagai cacing pipih.

### 1. Ciri-ciri Platyhelminthes

- Tubuh pipih dan tidak berbuku-buku.
- Sistem pencernaan dengan gastrovaskuler.
- Sistem pencernaan tidak sempurna (tidak memiliki anus).
- Sistem transportasi secara difusi melalui seluruh permukaan tubuh.
- Sistem saraf dengan ganglion.
- Sistem ekskresi menggunakan sel api.
- Tidak memiliki sistem peredaran darah.
- Berespirasi secara difusi melalui seluruh permukaan tubuhnya.

### 2. Struktur Tubuh Platyhelminthes

Tubuh cacing ini terdiri atas 3 lapisan jaringan, yaitu ektoderm (lapisan luar), mesoderm (lapisan tengah), dan endoderm (lapisan dalam) serta tidak memiliki rongga tubuh atau bersifat triploblastik aselomata.

### 3. Klasifikasi Platyhelminthes

Platyhelminthes dikelompokkan menjadi 3 kelas, yaitu:

- Turbellaria atau cacing berbulu getar.
- Trematoda atau cacing isap.
- Cestoda atau cacing pita.

#### a. Turbellaria (cacing berbulu getar)

Turbellaria atau cacing berbulu getar merupakan cacing yang hidup bebas. Contohnya adalah *Planaria*.

*Planaria* adalah cacing yang hidup secara bebas di perairan. Cacing ini bisa dijadikan sebagai bioindikator terhadap kadar pencemaran di suatu perairan. Cacing ini suka hidup di perairan yang bersih atau belum tercemar.

*Planaria* memiliki sistem pencernaan yang masih sederhana. Makanan akan ditangkap melalui tonjolan faring yang berada pada bagian tengah ventral tubuhnya. Makanan yang sudah ditangkap lalu dimasukkan dalam usus yang bercabang-cabang untuk dicerna. Hasil pencernaan makanan akan berdifusi ke seluruh jaringan tubuh, sementara itu sisa pencernaan akan dikeluarkan lewat mulut. *Planaria* merupakan cacing yang bersifat karnivora.

Cacing ini memiliki alat pengeluaran atau ekskresi berupa sel api atau *flame cell*. *Planaria* bereproduksi secara seksual dengan peleburan sperma dan ovum. *Planaria* bersifat hermafrodit, namun demikian tidak pernah ada pembuahan sendiri karena matangnya sperma dan ovum tidak dalam waktu yang bersamaan. Reproduksi aseksual dengan fragmentasi atau memotong diri. Setiap potongan tubuhnya mampu menjadi individu baru.

Pada bagian kepala, di antara stigma (bintik mata) terdapat ganglion yang merupakan pusat saraf. Ganglion mengalami pemanjangan oleh saraf tepi yang menuju ke arah posterior. Antara kedua saraf tepi tersebut, akan dihubungkan oleh cabang saraf melintang, sehingga susunan sarafnya seperti tangga, oleh karena itu sistem saraf pada *Planaria* disebut sistem saraf tangga tali.

#### **b. Trematoda (cacing isap)**

Anggota cacing ini semuanya bersifat parasit, baik pada hewan ternak ataupun pada manusia. Tubuh cacing ini dibungkus oleh kutikula untuk mempertahankan diri.

Contoh Trematoda antara lain:

##### **1) *Fasciola hepatica* (cacing hati pada ternak)**

Cacing ini memiliki panjang 2-6 cm. Habitatnya adalah di hati ternak. Sama dengan *Platyhelminthes* yang lain, cacing ini memiliki sel api atau *flame cell* sebagai alat ekskresi, sistem saraf tangga tali serta memiliki alat pengisap atau *sucker* yang terdapat pada bagian mulut serta pada bagian ventral atau perut. Cacing ini bereproduksi secara generatif. Satu individu bisa menghasilkan 2000-4000 telur. Telur yang sudah dibuahi akan melewati saluran empedu kemudian ke usus dan akan keluar bersama feses. Cacing ini memiliki hospes sementara siput air dan hospes tetapnya adalah ternak.

Daur hidup cacing ini dimulai dari telur yang berada dalam feses keluar ke lingkungan. Telur itu akan menetas menjadi larva bersilia mirasidium dan masuk ke dalam tubuh siput (sebagai inang antara), lalu berkembang menjadi sporosista, kemudian menjadi redia, lalu serkaria. Serkaria keluar dari tubuh siput, lalu menempel pada tanaman, kemudian berkembang menjadi metaserkaria. Ketika tanaman dimakan ternak, metaserkaria akan menetas di usus dan dewasa dalam organ hati.



## 2) *Clonorchis sinensis*

*Clonorchis sinensis* merupakan cacing hati yang parasit pada hati manusia. Cacing ini hospes antaranya adalah ikan air tawar. Daur hidup cacing ini dimulai dari telur yang keluar bersama feses, kemudian menetas menjadi sporosista yang akan berkembang menjadi redia. Redia akan berubah menjadi serkaria yang akan hidup di dalam tubuh ikan air tawar. Ketika ikan air tawar yang terinfeksi larva cacing ini tidak dimasak secara sempurna dan dimakan manusia, maka akan masuk menuju saluran pencernaan dan menuju saluran empedu dan dewasa dalam organ hati. Cacing ini dapat merusak sel-sel hati dan dapat menyebabkan kematian.

### c. *Cestoda (cacing pita)*

Semua cacing pita tidak memiliki alat pencernaan, karena sari-sari makanan dapat langsung diserap melalui seluruh permukaan tubuhnya. Tubuhnya beruas-ruas atau biasa disebut sebagai proglotid, di mana setiap proglotid mengandung alat reproduksi, ekskresi, dan mampu menyerap sari makanan dari inangnya. Karena itulah tiap proglotid dapat dianggap sebagai koloni individu. Contoh dari cacing ini adalah *Taenia saginata* dan *Taenia solium*.

Cacing *Taenia solium* merupakan cacing parasit yang dewasa pada manusia dengan hospes antara adalah babi. Berbeda dengan cacing *Taenia saginata*, cacing ini pada kepala (skoleks) terdapat alat pengisap dan kait dari kitin atau disebut sebagai rostelum.

*Taenia saginata* secara sepintas mirip dengan *Taenia solium*, hanya saja perbedaannya ada pada ukuran tubuhnya yang lebih panjang, pada kepalanya tidak memiliki rostelum dan hospes antaranya adalah sapi.

### **Daur hidup cacing *Taenia sp***

Proglotid dewasa yang telah menghasilkan telur keluar bersama feses, kemudian telur tersebut akan menetas menjadi *onkosfer*. Bila larva tersebut tertelan (sapi atau babi) maka larva tersebut akan berada dalam usus dan berkembang menjadi heksakan. Larva tersebut kemudian akan menembus dinding usus dan ikut bersama aliran darah dan masuk ke dalam otot atau daging. Di dalam otot atau daging (sapi atau babi) tersebut, larva akan berkembang lagi menjadi bentuk gelembung atau *sistiserkus*. Ketika seseorang mengonsumsi daging babi atau sapi yang di dalamnya ada larva tersebut, larva tadi akan ikut masuk ke dalam saluran pencernaan dan akan menetas menjadi cacing dewasa dalam usus manusia.

Lakukan Percobaan 9.2 berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja**, **rasa ingin tahu**, mengembangkan **kecakapan sosial**, dan **kecakapan vokasional** kalian!

## Percobaan 9.2

Pembuktian *Planaria* sebagai bioindikator pencemaran air.

### Alat dan bahan:

1. Daging atau hati ayam
2. Botol bekas selai

### Cara kerja:

Kerjakan secara berkelompok!

### Kegiatan 1

1. Pergilah ke sungai yang masih bersih, misalnya di daerah pegunungan!
2. Letakkanlah sepotong daging atau hati ayam pada sela-sela batu di sungai tersebut!
3. Tunggu kira-kira semalam, setelah itu amati! Apakah ada *Planaria* setelah semalam daging atau hati ayam dibiarkan?

### Kegiatan 2

1. Langkah 1 sampai 3 pada kegiatan 1 diulangi (namun lokasi untuk kegiatan 2 ini adalah pada daerah sungai yang kotor atau telah tercemar).
2. Bandingkanlah hasil yang didapat!

### Pertanyaan:

1. Pada sungai yang mana akan ditemukan cacing *Planaria*? Mengapa?
2. Dari kegiatan di atas, apa artinya bahwa *Planaria* merupakan bioindikator suatu perairan?

## D. Nemathelminthes

Cacing ini ada yang hidup bebas dan ada yang bersifat *parasit*, baik pada hewan ataupun pada manusia.

### 1. Ciri-ciri Nemathelminthes

Tubuh tak beruas. Bentuk gilig (bulat panjang). Alat pencernaan sempurna (sudah memiliki mulut dan anus). Belum punya alat respirasi (pertukaran gas berlangsung difusi).

### 2. Struktur Tubuh Nemathelminthes

Hewan ini memiliki susunan triploblastik pseudoselomata. Tubuhnya terdiri atas 3 lapisan (triploblastik), yaitu lapisan luar (ektoderm), lapisan tengah (mesoderm), dan lapisan dalam (endoderm). Pada lapisan luar tubuhnya dilapisi oleh lapisan lilin atau kutikula. Rongga yang terdapat pada tubuhnya merupakan rongga semu atau tidak sejati (*pseudoselomata*). Cacing ini memiliki simetri tubuh bilateral. Cacing ini bersifat dioesius, yaitu cacing jantan dan cacing betina.

Nemathelminthes memiliki sistem pencernaan yang sempurna, saluran pencernaan memanjang dari mulut sampai ke anus. Cacing ini belum memiliki sistem peredaran darah.

Contoh-contoh cacing Nemathelminthes, antara lain:

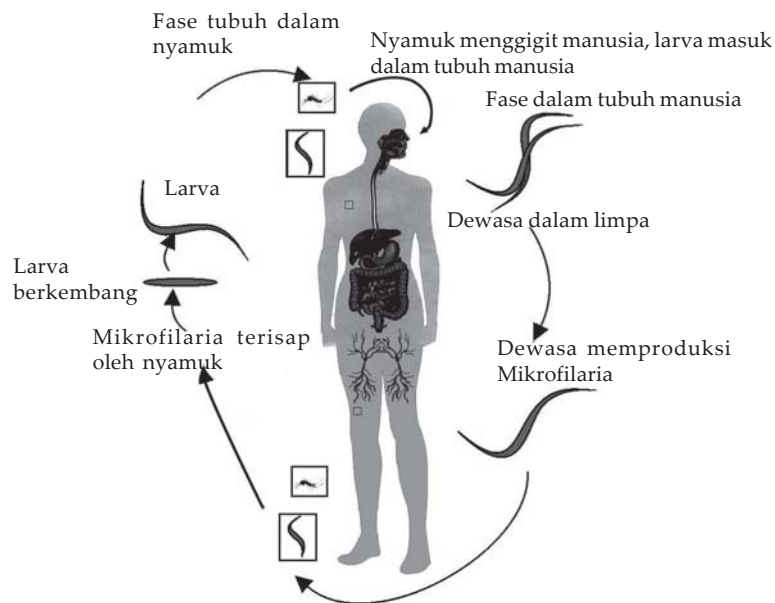
#### a. *Ascaris lumbricoides*

Untuk membedakan antara cacing jantan dan betina, biasanya tubuh cacing jantan berukuran lebih kecil daripada cacing betina dan bagian posterior cacing jantan bengkok.

Daur hidup cacing ini dimulai dari telur yang keluar bersama feses. Apabila telur yang telah dibuahi tadi tertelan oleh manusia, di dalam usus telur tadi akan menetas dan menembus dinding usus, ikut bersama aliran darah. Larva yang ikut aliran darah akan menuju jantung lalu ke paru-paru dan seterusnya akan ke kerongkongan. Apabila larva yang berada di kerongkongan tadi tertelan lagi akan tumbuh menjadi cacing dewasa dalam usus halus manusia.

### b. *Wuchereria bancrofti*

Cacing ini dapat menyebabkan penyakit kaki gajah (filariasis). Penularannya melalui gigitan nyamuk *Culex*. Cacing ini hidup dalam saluran limfe (getah bening) yang ada di kaki. Karena pembuluh getah bening yang ada di kaki tersumbat maka kaki penderita akan membesar seperti kaki gajah atau *elephantiasis*



Gambar 9.5 Daur hidup cacing *Wuchereria bancrofti*

Sumber: [www.biologia.edu.ar](http://www.biologia.edu.ar), 2006

### Tahukah kamu?

#### Manfaat tanaman pepaya sebagai obat anticacingan

Hampir semua bagian tanaman pepaya, dari akar, daun, getah, hingga bijinya, secara empiris telah digunakan sebagai antelmintik. Diduga, zat aktif dalam pepaya adalah papain dan karposit. Papain adalah enzim proteolitik yang kita kenal untuk melunakkan daging. Zat itu melakukan proses pemecahan jaringan ikat, yang disebut proses proteolitik. Semakin banyak protein yang dipecah, daging semakin lunak. Sebagai antelmintik papain bekerja seperti dalam melunakkan daging. Papain melepaskan cacing dengan cara merusak protein tubuh cacing. Dalam hal ini, bagian pepaya itu bekerja sebagai *vermifuga*. Beberapa penelitian mendukung pemanfaatan pepaya sebagai obat anticacing.

Sumber: [www.hanya.wanita.com](http://www.hanya.wanita.com), 2006

### c. *Ancylostoma duodenale*

Cacing ini disebut juga sebagai cacing tambang. Disebut cacing tambang karena pada awalnya hanya ada pada daerah pertambangan. Larva cacing ini dapat masuk melalui pori-pori kulit kaki. Larva tadi akan ikut menuju jantung dan dewasa di usus halus manusia. Cacing ini dapat menghasilkan zat *antikoagulan* (zat antipembeku darah). Orang yang terkena cacing ini dapat terkena *anemia*.

### d. *Enterobius vermicularis*

Cacing ini biasa dikenal juga sebagai cacing kremi, hidup dalam usus manusia. Ketika cacing ini akan bertelur, mereka bergerak menuju anus dan bertelur di sana. Pada telur yang ditinggalkan itu juga terdapat semacam lendir yang menyebabkan rasa gatal pada daerah anus penderita. Karena rasa gatal tersebut mengakibatkan penderita akan menggaruknya, sehingga terjadi penularan dengan sendiri atau *autoinfeksi*.

Kerjakan Latihan 9.2 berikut yang akan merangsang kalian **berpikir kritis** dan menumbuhkan **rasa ingin tahu**!

#### Latihan 9.2

Jelaskan hal-hal yang perlu dilakukan untuk menghindari penyakit karena cacing! Berdasarkan sumber-sumber yang kalian ambil tuliskan dalam buku latihan!

## E. Annelida

Annelida berasal dari kata *annulus* yang berarti cincin. Ini sesuai dengan bentuk tubuhnya yang beruas-ruas dan memanjang.

### 1. Ciri-ciri Annelida

- Bentuk gilig dan bersegmen.
- Tiap segmen mengandung alat pengeluaran, reproduksi, saraf.
- Tiap segmen yang sama disebut *metameri*.
- Sistem saraf tangga tali.
- Sistem sirkulasi terbuka (darah beredar melalui pembuluh darah yang tidak seluruhnya terhubung).

## 2. Struktur Tubuh Annelida

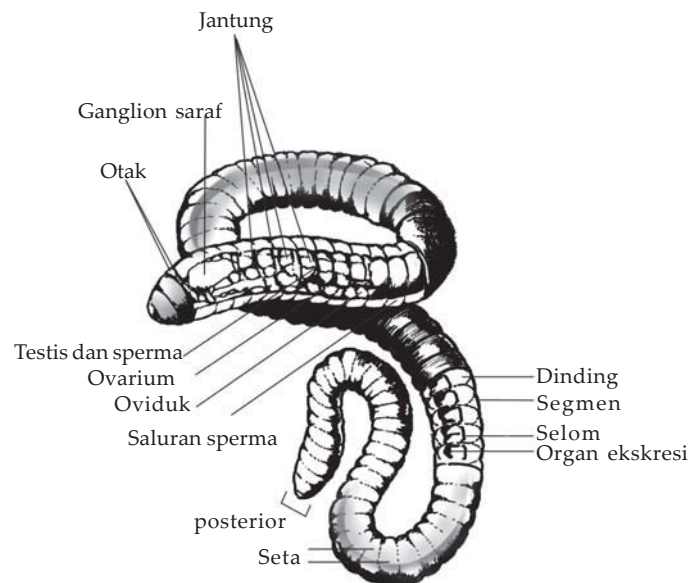
Annelida termasuk hewan yang memiliki lapisan tubuh triploblastik euselomata. Euselomata artinya sudah terdapat selom sejati, sistem peredaran darahnya berupa sistem sirkulasi terbuka, memiliki sistem saraf tangga tali. Tubuh hewan ini memiliki segmen dan setiap segmen tersebut (disebut *metameri*) memiliki sistem saraf, pencernaan, reproduksi serta memiliki sistem ekskresi.

## 3. Klasifikasi Annelida

### a. Polychaeta

*Poly* artinya banyak dan *chaeta* artinya rambut, jadi pada tubuh cacing ini banyak sekali dijumpai rambut. Kulitnya dilapisi oleh kutikula, memiliki sistem saraf tangga tali dengan pusat sarafnya adalah ganglion. Cacing ini sebagian besar hidup di laut. Contoh spesies cacing ini adalah *Nereis virens*, *Eunice viridis* (cacing wawo), dan *Lysidice oele* (cacing palolo). Cacing wawo dan cacing palolo merupakan cacing yang enak dimakan dan memiliki kandungan protein yang tinggi. Cacing ini banyak dijumpai di wilayah perairan kepulauan Maluku serta Fiji negara Jepang.

### b. Oligochaeta



Gambar 9.6 Struktur anatomi cacing tanah

Sumber: [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org), 2006

Cacing ini memiliki chaeta atau rambut yang jumlahnya sedikit. Cacing ini banyak hidup di darat ataupun perairan tawar. Bersifat hermafrodit, sehingga di dalam tubuhnya dapat dijumpai ovarium dan testis. Pada beberapa segmen tubuh cacing ini epidermisnya mengalami penebalan, disebut *klitellum*. Pada waktu reproduksi pada bagian klitellum akan mengeluarkan kokon. Kokon inilah yang nantinya akan menetas menjadi individu baru. Respirasi dilakukan secara difusi melalui seluruh permukaan tubuhnya. Contoh: cacing tanah (*Pheretima*, *Lumbricus terrestris*).

### c. *Hirudinea*

Cacing ini termasuk cacing pengisap darah. Adapun yang termasuk dalam kelas ini adalah bangsa lintah. Contohnya adalah lintah (*Hirudo medicinalis*) dan pacet (*Haemadipsa javanica*). Lintah biasanya hidup di daerah yang lembap, sebelum mengisap darah, lintah akan menyuntikkan zat *anastesi* atau bius ke dalam tubuh korbannya, sehingga ketika diisap darahnya, korban tidak merasa sakit. Lintah juga dapat menghasilkan zat antikoagulan (zat anti pembeku darah), yang disebut hirudin. Adanya zat antikoagulan tersebut menyebabkan darah korban yang diisap tidak akan membeku. Lintah memiliki dua alat pengisap yang terletak di bagian anterior dan posterior.

Untuk dapat mencegah agar kita tidak digigit atau ketika kita sedang digigit adalah dengan memberikan air tembakau atau garam, dapat pula tubuh diolesi dengan balsem atau minyak kayu putih.

Kerjakan Tugas 9.1 berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja**, mengembangkan **kecakapan sosial**, dan menambah **wawasan kontekstual** kalian!

#### Tugas 9.1

Pergilah ke kebun sekolah, kemudian carilah cacing tanah (*Lumbricus terrestris*)! Cacing tanah yang telah kalian dapat tersebut amatilah morfologinya! Catatlah hasilnya dalam buku tugas dan kumpulkan pada guru kalian! Kerjakan secara berkelompok!

#### Tahukah kamu?

Lintah yang menyerang manusia termasuk famili Gnathobdellidae. Beberapa spesiesnya, seperti *Hirudo medicinalis* dan *Hirudo troctina*, digunakan di bidang kedokteran sebagai obat tumor, kulit, batuk, dan tekanan darah tinggi.

**Sumber:** Ensiklopedi Umum untuk Pelajar Jilid 6, 2005 : 87

## F. Mollusca

### 1. Ciri-ciri Mollusca

Mollusca berarti hewan yang bertubuh lunak. Sering kita jumpai hewan ini, baik di darat ataupun perairan. Hewan ini memiliki sifat kosmopolit, artinya hewan ini terdapat di mana-mana. Hewan ini sebagian besar dilindungi oleh cangkang meskipun ada juga yang tidak memiliki cangkang. Mollusca sudah memiliki sistem pencernaan, peredaran darah, respirasi, ekskresi, reproduksi, dan juga sistem saraf.

### 2. Klasifikasi

Mollusca dibagi menjadi 5 kelas, yaitu:

#### a. *Amphineura*

Saat ini sudah dibedakan menjadi 3 kelas, yaitu:

- 1) *Aplacophora* (tidak bercangkang)
- 2) *Monoplacophora* (bercangkang tunggal/satu sisi)
- 3) *Polyplacophora*.

Hewan ini memiliki ciri-ciri, yaitu cangkangnya memiliki susunan yang bertumpuk-tumpuk seperti susunan genting, hidupnya melekat di dasar perairan. Pada mulutnya dilengkapi dengan lidah parut atau *radula*. Contohnya adalah *Chiton*.

#### b. *Bivalvia*

Hewan ini disebut sebagai bivalvia karena tubuhnya dilindungi oleh cangkangnya yang setangkup, memiliki tubuh simetri bilateral. Hewan golongan ini bernapas dengan insang yang berlapis-lapis yang berbentuk seperti lembaran sehingga disebut juga sebagai *Lamelibranchiata* (*lamela* = lembaran, *branchia* = insang). Dari celah cangkangnya akan keluar kaki yang pipih seperti mata kapak sehingga hewan ini disebut juga *Pelecypoda* (*pelecy* = pipih, *podos* = kaki).

Di bagian bawah cangkang terdapat mantel, yang terdiri atas jaringan khusus yang digunakan untuk membungkus alat-alat dalam, seperti alat pencernaan, alat reproduksi, insang, saraf ataupun jantung. Sistem peredaran darahnya terbuka. Di bagian belakang mantel ada sifon yang digunakan untuk jalan masuk dan keluarnya air. Salah satu contoh hewan yang termasuk dalam kelas ini adalah *Maleagrina margaritivera* (kerang mutiara). Cangkang kerang terdiri atas 3 lapisan, yaitu:



- 1) Lapisan periostrakum, merupakan lapisan paling luar dan tersusun atas zat tanduk.
- 2) Lapisan prismatic, merupakan lapisan tengah yang tebal, terdiri atas zat kapur.
- 3) Lapisan nakreas, merupakan lapisan paling dalam yang tersusun atas zat-zat kapur yang halus. Lapisan ini disebut juga sebagai lapisan mutiara. Contoh spesies yang lain adalah: *Asaphis detlorata* (remis), *Pecten*, *Ostrea* (tiram).

### c. *Gastropoda*

Sesuai dengan namanya, gaster artinya perut dan podos adalah kaki, Gastropoda adalah anggota phylum Mollusca yang menggunakan perut sebagai kaki atau berjalan dengan menggunakan perutnya. Semua Gastropoda memiliki cangkang sebagai pelindung kecuali *Vaginulae*. Contoh spesiesnya adalah *Achatina fulica* (bekicot).

Bekicot merupakan hewan hermafrodit, alat reproduksinya adalah ovotestes. Alat ini mampu menghasilkan ovum dan sperma, namun dalam fertilisasinya tetap membutuhkan individu lain. Alat pernapasannya adalah insang untuk yang hidup di perairan dan paru-paru untuk yang hidup di darat. Memiliki sistem peredaran darah terbuka dan memiliki sistem pencernaan makanan yang sempurna. Pada mulut terdapat alat-alat, seperti rahang, gigi parut (*radula*), dan lidah. Memiliki dua pasang antena, sepasang antena panjang yang dilengkapi bintik mata untuk membedakan gelap dan terang serta sepasang antena pendek sebagai indra peraba dan pembau. Contoh-contoh yang lain adalah: *Lymnaea* (siput), *Melania* (sumpil).

#### Tahukah kamu?

Orang zaman dulu ketika mengalami luka seringkali mereka menggunakan lendir yang dihasilkan bekicot sebagai obat. Setelah diadakan penelitian ternyata dalam lendir bekicot terkandung antibakteri dan antibiotik. Lendir yang dihasilkan tersebut memiliki aktivitas penggumpalan dan dapat membasmi bakteri dan benda asing. Dimungkinkan komponen itulah yang membantu dalam proses penutupan luka.

Sumber: Kompas, 24 Juli 2003

### d. *Schapopoda*

Hewan ini hidupnya ada di dasar perairan atau terpendam dalam pasir atau lumpur. Contoh spesiesnya adalah *Dentalium vulgare*. Cangkang hewan ini mirip dengan bentuk gading namun memiliki ujung yang terbuka.

#### e. *Chepalopoda*

Hewan- hewan yang tergolong kelas *Chepalopoda* adalah hewan yang memiliki kaki yang terdapat di kepala. *Chepal* artinya kepala dan *podos* artinya kaki. Memiliki sistem peredaran darah terbuka. Sistem reproduksi dengan peleburan antara sperma dan ovum, jadi ada hewan jantan dan betina. Bergerak dengan menggunakan tentakel atau lengan yang terdapat di kepala. Kecuali pada *Nautilus*, *Chepalopoda* memiliki kantong tinta yang dapat digunakan untuk mempertahankan diri dari pemangsa. Contoh: *Loligo* ( cumi-cumi), sotong, *Octopus* (gurita), *Nautilus*.

*Nautilus* mempertahankan diri dengan merubah warna kulitnya sesuai dengan warna tempat lingkungan hewan ini berada.

### 3. Peranan Mollusca

Dalam kehidupan sehari-hari peranan Mollusca antara lain sebagai sumber protein hewani (contohnya bekicot dan kerang) dan sebagai bahan hiasan (contohnya cangkang kerang laut) dan penghasil mutiara. Selain itu, ada juga yang merugikan, yaitu *Teredo navalis* yang merusak kayu pada kapal dan juga sebagai inang antara dari cacing parasit dan juga hama tanaman (contohnya siput).

Lakukan Percobaan 9.3 berikut yang akan menumbuhkan **semangat kewirausahaan, etos kerja**, mengembangkan **kecakapan vokasional**, dan menambah **wawasan kontekstual** kalian!

#### Percobaan 9.3

##### Bahan:

Bekicot, cumi-cumi, dan remis

##### Alat dan bahan:

Lup dan papan parafin

##### Cara kerja:

1. Ambillah semua hewan yang telah disiapkan dan letakkan di atas papan parafin!
2. Amatilah bentuk morfologinya dan gambarlah dalam buku tugas kalian!
3. Bedahlah ketiga hewan tersebut dan amatilah anatominya!
4. Gambarlah anatomi ketiga hewan tersebut, kemudian bandingkanlah!

**Tabel 9.2** Perbedaan anatomi dan morfologi pada bekicot, remis, dan cumi-cumi

Hewan	Perbedaan	
	Anatomi	Morfologi
Bekicot		
Remis		
Cumi-cumi		

Kerjakan Tugas 9.2 berikut yang akan mengembangkan **kecakapan personal** dan **akademik** kalian!

### Tugas 9.2

Identifikasilah *Anellida* dan *Mollusca* yang ada di sekitar kalian! Tuliskan nama hewan dan peranannya dalam kehidupan sehari-hari! Tulislah hasilnya dalam buku tugas kalian dan kumpulkan sebagai bahan evaluasi guru!

## G. Arthropoda

Kata Arthropoda berasal dari bahasa Yunani, yaitu *arthros* artinya ruas atau buku atau sendi dan *podos* artinya kaki. Jadi, Arthropoda adalah hewan yang kakinya beruas-ruas. Di dunia ini sebagian besar hewan yang tersebar di atas bumi adalah anggota phylum Arthropoda.

### 1. Ciri-ciri Arthropoda

Tubuh *Arthropoda* beruas-ruas, dan terbagi atas *caput* atau kepala, *thorax* atau dada, dan *abdomen* atau perut. Memiliki *eksoskeleton* (rangka luar) yang tersusun atas zat kitin. Sistem peredaran darah terbuka, dalam darah tidak mengandung hemoglobin, sehingga darah hanya berfungsi mengedarkan sari-sari makanan dan oksigen diedarkan melalui sistem trakea. Arthropoda ada yang bernapas dengan trakea, insang, paru-paru buku, dan difusi melalui seluruh permukaan tubuh. Alat ekskresi berupa badan malphigi dan nefridia. Reproduksi secara seksual dengan peleburan gamet jantan (sperma) dan gamet betina (ovum). Memiliki simetri tubuh bilateral, yaitu apabila dibelah dari satu sumbu hanya menghasilkan sisi kanan dan sisi kiri.

## 2. Klasifikasi Arthropoda

Klasifikasi Arthropoda dibagi menjadi beberapa kelas, yaitu:

### a. Crustaceae

#### 1) Ciri-ciri Crustaceae

Crustaceae berasal dari kata *crusta* yang berarti berkulit keras. Tubuh terbagi atas 2 bagian, yaitu *sefalotoraks* (kepala, dada) dan *abdomen* (perut). Tubuh dilindungi oleh eksoskeleton (karapaks) yang tersusun dari zat kitin. Waktu makan udang, bagian inilah yang biasanya dibuang. Udang memiliki 5 pasang kaki di *sefalotoraks* dan 5 pasang kaki pada *abdomen*, sepasang kaki pertama yang memiliki bentuk seperti capit, disebut *keliped* yang digunakan untuk mempertahankan diri dan memegang mangsa. Empat pasang kaki berikutnya adalah kaki yang digunakan untuk berjalan, disebut juga *pereipoda*, 5 pasang kaki yang terletak pada bagian perut digunakan untuk berenang atau biasa disebut sebagai *pleopoda*. Habitat di perairan, baik air tawar ataupun air laut.

Crustaceae merupakan hewan omnivora, makanannya berupa tumbuhan ataupun hewan-hewan kecil yang ada di perairan. Memiliki sistem peredaran darah terbuka, jadi darah yang beredar dalam tubuhnya tidak melalui pembuluh melainkan langsung beredar ke dalam rongga-rongga yang ada dalam tubuhnya. Pada bagian kepala terdapat dua pasang antena. Sepasang antena pendek dilengkapi dengan stigma atau bintik mata yang berfungsi untuk membedakan antara gelap dan terang, serta sepasang antena panjang sebagai indra peraba yang dilengkapi dengan *statolit* yang berfungsi untuk keseimbangan badan waktu berada di perairan.

#### 2) Klasifikasi Crustaceae

##### a) Entomostraca

Merupakan Crustaceae tingkat rendah (zooplankton).

Dibagi dalam 4 kelas: *Branchiopoda*, *Ostracoda*, *Copepoda*, dan *Cirripedia*

##### b) Malacostraca

Merupakan Crustaceae tingkat tinggi.

Dibagi dalam 3 kelas: *Isopoda*, *Stomatopoda*, dan *Decapoda*

Contohnya adalah udang, kepiting, lobster, dan rajungan.

## b. *Myriapoda*

Tubuh *Myriapoda* tersusun atas caput (kepala) dan abdomen (perut) (tak punya dada). Tubuh terdiri dari 10 – 200 ruas dan tiap ruas terdapat 1 pasang kaki sehingga disebut hewan berkaki seribu. Respirasi dengan trakea yang bermuara pada *spirakel* yang ada di bagian sisi kanan dan kiri sepanjang tubuhnya. Sistem saraf tangga tali dengan sepasang ganglion sebagai otaknya.

*Myriapoda* terbagi menjadi 2 ordo, yaitu:

### 1) *Chilopoda*

Setiap ruas tubuh memiliki sepasang kaki. *Chilopoda* merupakan hewan yang beracun yang dapat mematikan mangsanya dengan racun yang dimiliki tersebut. Contohnya *Scolopendra subspinipes* (lipan).

### 2) *Diplopoda*

Berbeda dengan *Chilopoda*, kalau pada *Diplopoda* setiap ruas pada tubuhnya memiliki 2 pasang kaki. Termasuk *detritivor*, yaitu hewan pemakan sisa-sisa sampah. Contohnya adalah *Julus teristris* (luwing). Apabila hewan ini dalam keadaan bahaya atau merasa terganggu akan menggulung badannya untuk mempertahankan diri.

### 3) *Arachnoidea*

Tubuh *Arachnoidea* terdiri dari *sefalotoraks* (kepala dada menyatu) dan *abdomen* (perut). Pada bagian dorsal tubuhnya memiliki perisai karapaks yang tersusun atas zat kitin. Hewan ini memiliki 4 pasang kaki yang terdapat di dada yang dipergunakan untuk berjalan. Di bagian kepala memiliki 2 pasang alat mulut, yaitu sepasang alat sengat (*chelicera*) yang dipergunakan untuk melumpuhkan mangsa dan alat capit (*pedipalpus*) yang dipergunakan untuk memegang mangsanya. Respirasi dengan paru-paru buku, pada bagian ventral tubuhnya terdapat lubang atau pori-pori yang merupakan muara dari paru-paru buku. Sistem peredaran darah yang dimiliki adalah sistem peredaran darah terbuka karena darah mengalir tanpa melewati pembuluh darah. Seperti halnya dengan *Arthropoda* yang lain, *Arachnoidea* juga memiliki sistem saraf tangga tali. Alat ekskresi yang dimiliki berupa badan malphigi. Khusus pada ordo *Arachnida*, pada daerah posterior terdapat dua lubang yang berfungsi sebagai tempat keluarnya jaring disebut sebagai *spinneret*.

Klasifikasi Arachnoidea:

- a) *Scorpionida*, contoh: kalajengking.
- b) *Arachnida*, contoh: labah-labah.
- c) *Acarina*, contoh: caplak, tungau.
- 4) *Hexapoda (Insecta)*

Insecta merupakan kelompok hewan yang memiliki jumlah anggota paling banyak dan daerah persebarannya sangatlah luas, hampir di semua tempat serangga bisa hidup atau disebut juga memiliki sifat kosmopolit. Tubuh tersusun atas caput (kepala), toraks (dada), dan abdomen (perut). Perut terdiri 11 segmen, pada segmen ke-9 dan 10 terdapat alat kelamin, yaitu *ovopositor* yang dipergunakan untuk meletakkan telur. Respirasi dengan trakea, sistem trakea yang ada pada tubuhnya bermuara pada pori-pori kecil yang ada di kanan kiri sistem tubuhnya atau disebut sebagai *spirakel*. Sistem peredaran darah terbuka dan alat ekskresi berupa badan malphigi.

Contoh hewan ini adalah belalang. Pada kepala belalang yang terdiri atas enam segmen terdapat alat-alat sebagai berikut:

- a) Mata, pada belalang memiliki 2 macam mata, yaitu mata tunggal (*oselus*) dan mata majemuk (*facet*).
- b) Antena, berguna sebagai alat indra pembau.
- c) Mulut, dipergunakan untuk makan.

Darah belalang tidak berwarna merah karena dalam darahnya tidak mengandung *hemoglobin*, namun darahnya berwarna hijau kebiruan karena dalam darahnya mengandung *hemosianin*. Oleh karena itu, darah belalang tidak berfungsi untuk mengedarkan oksigen tapi untuk mengedarkan sari-sari makanan. Oksigen dalam tubuhnya diedarkan oleh sistem trakea.

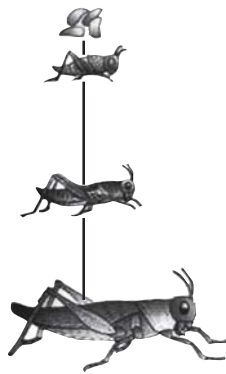
Dalam proses pertumbuhan menuju kedewasaannya, serangga mengalami proses perubahan wujud dari telur sampai menjadi hewan dewasa atau disebut sebagai *metamorfosis*. Metamorfosis ada 2 macam, yaitu:

- a) Metamorfosis sempurna  
Telur → larva (ulat) → pupa (kepompong) → imago (hewan dewasa).  
Contoh hewan yang mengalami metamorfosis sempurna antara lain lebah dan kupu-kupu.

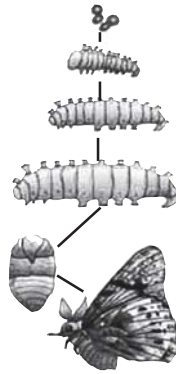
b) Metamorfosis tak sempurna

Telur → nimfa (hewan muda) → imago (dewasa).

Contoh hewan mengalami metamorfosis tidak sempurna antara lain belalang dan jangkrik.



**Gambar 9.7** Metamorfosis tak sempurna



**Gambar 9.8** Metamorfosis sempurna

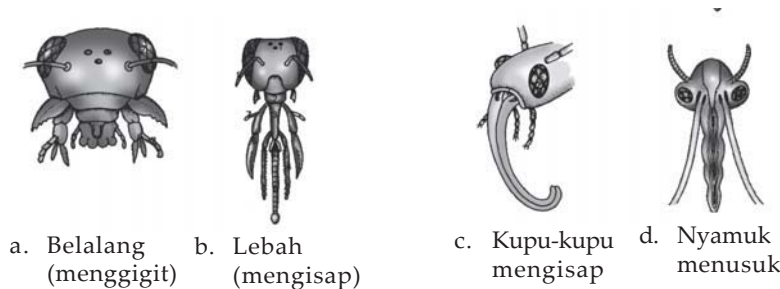
Sumber: *web.bio.utk.edu*, 2006

a) Klasifikasi Insecta

- (1) *Apterygota*, yaitu serangga yang tidak memiliki sayap, contohnya adalah kutu buku (*Lepisma*).
- (2) *Pterygota*, yaitu serangga yang memiliki sayap. *Pterygota* dibagi menjadi 10 ordo, yaitu:
  - (a) *Odonata*, contoh capung.
  - (b) *Orthoptera*, contoh belalang sembah (*Stagmomantis*), orong-orong (*Grylotalpa*), jangkrik (*Acheta domestica*).
  - (c) *Isoptera*, contohnya adalah laron.
  - (d) *Hemiptera*, contohnya adalah walang sangit.
  - (e) *Homoptera*, contohnya adalah kutu daun dan kutu kepala.
  - (f) *Coleoptera*, contohnya adalah kepik, kumbang kelapa.
  - (g) *Lepidoptera*, contohnya adalah kupu-kupu.
  - (h) *Diptera*, contohnya adalah nyamuk.
  - (i) *Siphonoptera*, contohnya adalah kutu anjing.
  - (j) *Hymenoptera*, contohnya adalah lebah madu (*Apis cerana*).

b) Tipe mulut serangga

- (1) Tipe orthopteran: mandibula keras, menggigit dan mengunyah, contoh belalang.
- (2) Tipe hemipteran: punya 4 alat penusuk (stilet), contoh kutu busuk dan wereng.
- (3) Tipe anopluran: punya 3 stilet, menusuk dan mengisap, contoh kutu pengisap darah.
- (4) Tipe dipteran: mulut untuk menusuk dan menjilat, contoh nyamuk dan lalat.
- (5) Tipe hymenopteran: pengisap, contoh lebah.
- (6) Tipe lepidopteran: mulut seperti belalai untuk mengisap, contoh kupu-kupu.



**Gambar 9.9** Tipe-tipe mulut pada serangga

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer Jilid 6, 2000 : 254

c) Peranan serangga

- (1) Penghasil madu.
- (2) Ulat sutra penghasil sutra.
- (3) Serangga predator hama (membantu membasmi serangga).
- (4) Membantu penyerbukan.

d) Serangga yang merugikan

- (1) Wereng padi (hama padi).
- (2) Kumbang kelapa merusak tanaman kelapa.
- (3) Nyamuk dan lalat menyebarkan penyakit.
- (4) Kutu busuk dan kutu kepala menghisap darah.

**Tahukah kamu?**

Tidak hanya manusia yang mengenal status sosial. Semut juga mengenal status sosial tersebut. Dalam masyarakat semut terdapat raja yang memimpin, panglima perang, semut pemusnah yang bertugas memusnahkan semut lain yang berada dalam komunitasnya, serta juga ada semut pekerja (rakyat biasa) yang tugasnya adalah bekerja ketika membangun sarang dan mencari makan untuk semua semut.

Sumber: [www.harun.yahya.com/indo/semut\\_03](http://www.harun.yahya.com/indo/semut_03)



Lakukan Percobaan 9.4 berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja**, mengembangkan **kecakapan sosial**, dan **vokasional** kalian!

### Percobaan 9.4

#### Alat dan bahan:

1. Kaca pembesar
2. Pinset
3. Papan parafin
4. Hewan: udang, laba-laba, belalang, lipan, kelabang
5. Kapas
6. Alkohol 96 % atau formalin

#### Cara kerja:

1. Semua hewan yang akan diamati dibius dahulu menggunakan alkohol 96 % atau formalin.
2. Semua hewan diletakkan pada papan parafin.
3. Semua hewan diamati morfologinya dan digambar
4. Setelah pengamatan morfologi diamati juga anatominya.
5. Setelah pengamatan morfologi dan anatomi selesai, sebutkanlah perbedaan-perbedaan antarspesies hewan yang ada meliputi:
  - a. Susunan tubuhnya
  - b. Jumlah kakinya
  - c. Sayap
  - d. Alat pernapasan
  - e. Antena yang dimiliki
6. Kerjakan secara berkelompok!

## H. Echinodermata

Berasal dari kata *Echinos* yang berarti duri dan *dermal* yang berarti kulit, jadi *Echinodermata* adalah hewan berkulit duri.

### 1. Ciri-ciri Echinodermata

*Echinodermata* merupakan hewan yang memiliki habitat di laut, serta tubuhnya memiliki simetri radial. Hewan ini sudah memiliki sistem pencernaan yang sempurna di mana mulut sebagai jalan masuknya makanan berada di bagian bawah dan anus sebagai jalan keluarnya sisa pencernaan berada di sebelah atas. Sistem gerak dengan menggunakan *kaki ambulakral*, selain itu kaki juga digunakan untuk menangkap mangsa.

Secara umum *Echinodermata* memiliki 5 lengan, hewan ini memiliki kemampuan *autotomi*, yaitu kemampuan untuk membentuk kembali organ tubuhnya yang terputus. Seperti halnya dengan hewan akuatik yang lain, *Echinodermata* juga bernapas dengan insang.

Sistem saraf berupa cincin saraf yang mengelilingi mulut, lalu bercabang 5 menuju masing-masing lengan yang dimiliki. Reproduksi secara generatif, yaitu dengan peleburan antara sperma dan ovum sehingga akan dihasilkan zigot. Mekanisme gerak melalui sistem kaki ambulakral adalah sebagai berikut: air masuk melalui *madreporit* kemudian turun ke saluran cincin lalu masuk ke dalam saluran radial, setelah itu air masuk ke kaki-kaki tabung, air disemprotkan sehingga dalam kaki tabung muncul tekanan hidrolik dari air dan akhirnya kaki tabung menjulur ke luar, akibatnya ampula melekat pada benda lain sehingga bisa berpindah tempat.

## 2. Klasifikasi Echinodermata

Phylum *Echinodermata* dibagi menjadi 5 kelas, yaitu:

### a. Asteroidea (bintang laut)

Asteroidea sering disebut sebagai bintang laut, sesuai dengan namanya itu, hewan ini memiliki bentuk seperti bintang dengan lima lengan pada tubuhnya. Pada permukaan tubuhnya dilengkapi dengan duri. Organ tubuh yang dimiliki bercabang kelima buah lengannya. Hewan ini banyak sekali dijumpai di daerah pantai. Pada permukaan bawah tubuhnya terdapat mulut dan kaki tabung yang digunakan untuk bergerak. Pada bagian atas atau aboral terdapat anus dan madreporit yang merupakan saluran penghubung air laut dengan sistem pembuluh air yang ada dalam tubuh. Contoh: *Astropecten irregularis*, *Culeitin*.

### b. Ophiuroidea (bintang ular laut)

Hewan ini disebut juga sebagai bintang ular laut karena tubuhnya memiliki lima lengan yang apabila digerak-gerakkan menyerupai gerakan ular. Selain itu, hewan ini tidak memiliki anus sehingga sisa pencernaannya dikeluarkan lewat mulutnya. Hewan ini biasa hidup di laut yang dalam ataupun laut dangkal. Banyak dijumpai di balik batu karang ataupun mengubur dirinya dalam pasir. Hewan ini makanannya adalah udang, kerang, ataupun sampah dari organisme lain, contohnya adalah *Ophioplocus*.

### c. *Crinoidea* (lili laut)

Secara sepintas hewan ini sangat mirip dengan tumbuhan yang hidup di laut. Hidupnya menempel pada substrat yang ada di laut. Memiliki lima buah lengan dan sering disebut sebagai lili laut. Paling primitif dibandingkan yang lain dan memiliki bentuk tubuh seperti piala, contohnya adalah *Antedon sp*, *Holopus sp*.

### d. *Echinoidea*

Bentuk tubuh bulat dan diliputi duri yang banyak, contoh *Diadema* (bulu babi) dan *Echinus* (landak laut). Mulut terletak di bagian oral dan dilengkapi dengan 5 buah gigi, sedangkan madreporit, anus, dan lubang kelamin terletak di bagian aboral!

### e. *Holothuroidea*

Berperan sebagai pembersih di laut karena merupakan pemakan kotoran dan sisa makhluk hidup yang lain, contohnya *Holothuria Sp*. (teripang). Hewan ini memiliki duri yang halus sehingga berbeda dengan Echinodermata yang lain. Bentuk tubuhnya menyerupai mentimun sehingga disebut juga sebagai mentimun laut atau teripang. Mulut terletak pada bagian anterior dan anus terletak pada bagian posterior. Tiga baris kaki di daerah ventral untuk bergerak dan dua baris di bagian dorsal digunakan untuk bernapas.

Kerjakan Latihan 9.3 berikut yang akan mengembangkan **kecakapan personal** dan **kecakapan akademik** kalian.

## Latihan 9.3

Setelah mempelajari Echinodermata dari bahasan di atas, sebutkan peranan Echinodermata! Tulislah dalam buku latihan!

## I. Chordata

### 1. Arti Kata Chordata

Chordata berasal dari bahasa Yunani. Chordata berarti tali. Jadi, Chordata berarti hewan yang mempunyai chorda di bagian punggung.

## 2. Ciri-ciri Chordata

Mempunyai chorda dorsalis. Mempunyai celah insang dan batang saraf dorsal. Bentuk tubuh simetri bilateral. Mempunyai coelom. Mesoderm merupakan dinding coelom berasal dari entoderm primer, sehingga Chordata termasuk enterodermata.

## 3. Klasifikasi Chordata

Berdasar ada tidaknya kranium (tengkorak), Chordata dibagi menjadi:

### a. Acraniata (*tidak berkranium*)

Acraniata dibagi menjadi 3 subfilum:

#### 1) Hemichordata

Tubuh bagian depan terdapat proboscis atau belalai untuk membuat lubang pada lumpur atau pasir. Di dasar probosis terdapat leher, mengelilingi coelom, bentuk seperti krah baju. Badan (trunchus) berbentuk panjang agak pipih dan terdapat celah insang. Tubuh lunak, berbentuk silindris menyerupai cacing. Tempat hidup di laut. Chorda dorsalis hanya terdapat pada bagian anterior tubuh. Contoh: *Balanoglossus*, *Cephalodiscus sp.*

#### 2) Urochordata atau Tunicata

Chorda dorsalis terdapat di dalam ekor pada waktu larva selanjutnya chorda dorsalis dan ekor mereduksi. Hidup di laut. Hewan dewasa hidup menempel pada suatu tempat, larva dapat berenang dan hidup bebas.

Tunicata dibagi menjadi 3 kelas:

- a) *Ascidaceae*, contoh: *Ascidia intertinalis*.
- b) *Thallasea*, contoh: *Doliolum denticulatum*.
- c) *Larvaceae*, contoh: *Appendicularia sp.*

#### 3) Cephalochordata

Ciri-ciri:

- a) Chorda dorsalis ada sepanjang hidup.
- b) Bentuk memanjang dari ujung anterior sampai ujung posterior.
- c) Pembeduluh dorsal berkembang biak, sampai dewasa punya celah faring.
- d) Hidup di laut, hidup bebas.

- e) Ujung-ujung tubuh meruncing.
- f) Tubuh transparan sehingga alat-alat dalam tubuh kelihatan.
- g) Pada mulut dilengkapi tentakel halus atau sirri.
- h) Sirri terdapat pada suatu membran atau velum yang mengelilingi mulut. Contoh: *Amphioxus*.

#### **b. Craniata (berkranium)**

Berdasar alat gerak, vertebrata dibagi menjadi 2 kelompok:

##### 1) *Pisces*, alat gerak berupa sirip, meliputi:

- a) Kelas Agnatha  
Rangka terdiri atas tulang rawan, sirip tidak berpasangan. Di bagian ventral tubuh terdapat mulut dan lubang hidung. Celah faring 5 pasang. Jantung 2 ruang: *atrium* dan *ventrikel*. Contoh: ikan bermulut bundar (*Cyclostomata*), ikan lamprey (*Petromyxin Sp.*), ikan hag (*Polistotrema sp.*)
- b) Kelas Chondrichthyes  
Endoskeleton semuanya terdiri dari tulang rawan. Celah faring 5 pasang. Tidak punya tutup insang. Bagian ventral tubuh terdapat lubang hidung dan mulut. Jantung terdiri dari 2 ruang, yaitu atrium dan ventrikel. Contoh: ikan hiu (*Squalus sp.*), ikan cucut macan (*Galeocerdo toryneri*), dan ikan pari.
- c) Kelas Osteichthyes  
Ikan bertulang sejati. Di kepala terdapat sepasang mata, selaput pendengaran, celah mulut, lubang hidung, celah insang dan tutup insang. Alat gerak berupa sirip yang berpasangan, untuk keseimbangan dibantu sirip punggung, untuk kemudi sirip ekor. Terdapat gurat sisi dan 3 lubang keluar. Tubuh dilindungi kulit tipis, transparan, banyak kelenjar lendir, tertutup sisik. Contoh: ikan bandeng, ikan mas, ikan tawas, ikan lele, dan ikan kakap.

##### 2) *Tetrapoda*, alat gerak berupa kaki yang berjumlah 4 buah, meliputi:

- a) Kelas Amphibia  
Habitat saat larva di air, saat dewasa di darat. Kulit selalu basah (berlendir). Tidak bersisik. Anggota gerak 2 pasang untuk berjalan atau berenang. Alat pernapasan larva dengan insang, saat dewasa dengan paru-paru. Suhu tubuh poikilothermis. Berkembang biak secara kawin. Fertilisasi eksternal. Ovipar. Amphibia dapat dibedakan menjadi beberapa ordo:

- (1) Apoda (Amphibia tidak berkaki).
  - (2) Urodella atau Caudata (Amphibia berekor dan berkaki). Contohnya *Salamandra* (kelompok Salamander).
  - (3) Anura (Amphibia tidak berekor). Contoh: katak hijau, katak bangkong.
- b) Kelas Reptilia
- Bernapas dengan paru-paru. Kulit kering bersisik. Sisik dari zat tanduk. Tidak berkelenjar lendir maupun kelenjar keringat. Alat gerak berupa 2 pasang kaki yang berjari-jari dan berkuku. Suhu tubuh poikilotherm. Berkembang biak secara kawin. Fertilisasi internal. Ovipar, ovovivipar, maupun vivipar. Reptilia dibagi menjadi beberapa ordo:
- (1) *Squamata*  
 Dibagi: (a) Subordo *Lacertilia*, contoh: cicak, kadal, dan tokek.  
 (b) Subordo *Ophidia* atau *Serpentes*, contoh: ular kobra, ular derik.
  - (2) *Chelonia* (golongan kura-kura)  
 Contoh: kura-kura, penyu.
  - (3) *Crocodylia* atau *Loricata*  
 Contoh: buaya
  - (4) *Rhynchocephalia*  
 Contoh: *Sphenodon punctatum*
- c) Kelas Aves
- Tubuh ditutupi bulu. Alat gerak bagian depan berupa sayap. Suhu tubuh homoiterm. Contoh: burung merpati, bangau, pelikan, ayam, dan kasuari.
- d) Kelas Mamalia
- Tubuh berambut. Punya kelenjar susu. Suhu tubuh homoiterm. Mamalia dibagi menjadi beberapa ordo:
- (1) *Monotremata*, ovipar, mengerami telur dan bila telur menetas anaknya akan menyusu pada induk.  
 Contoh: *Platyphus*, *Ornithorynchus* (cungur bebek).
  - (2) *Marsupialia*, hewan berkantong, vivipar. Contoh: kanguru, kuskus.

- (3) *Chiroptera*, tangan sebagai sayap. Contoh: kelelawar.
- (4) *Insectivora*, pemakan serangga, contoh: tikus cucurut (*Suncus marinus*).
- (5) *Pholidota*, tubuh bersisik, contoh: trenggiling (*Manis javanicus*).
- (6) *Rodentia*, hewan pengerat, contoh: tikus, tupai, dan landak.
- (7) *Logomorpha*, contoh: kelinci.
- (8) *Cetacea*, contoh: ikan paus.
- (9) *Sirenia*, contoh: ikan duyung.
- (10) *Carnivora*, hewan pemakan daging, contoh: harimau
- (11) *Pinnipedia*, contoh: singa laut dan anjing laut.
- (12) *Proboscidea* contoh: gajah India.
- (13) *Perissodactyla*, contoh: badak, kuda, tapir.
- (14) *Arthrodactyla*, contoh: babi, kambing, sapi, rusa, kerbau.
- (15) *Dermoptera*.
- (16) *Primata* dibedakan menjadi 2 subordo:
  - (a) *Prosimii* dibagi menjadi 3 familia:
    - *Tupaidae*, contoh tupai
    - *Lemuridae*, contoh lemur
    - *Tarsiidae*, contoh tarsius
  - (b) *Anthropoidae* dibagi menjadi 3 familia
    - *Cercopithecidae*, contoh kera babon
    - *Pongidae*, contoh simpanse
    - *Hominidae*, contoh manusia

Kerjakan Latihan 9.4 berikut yang akan mengembangkan **kecakapan personal** dan **kecakapan akademik** kalian!

#### **Latihan 9.4**

Sebutkan peranan Mammalia bagi kehidupan manusia disertai dengan contoh hewannya!

## Rangkuman

1. Berdasarkan macam/tipe rangka tubuhnya, Porifera dibagi menjadi 3 kelas, yaitu, Calcarea, Hexactinellida, dan Demospongia.
2. Coelenterata dibagi menjadi 3 kelas, yaitu Hydrozoa, Scyphozoa, dan Anthozoa.
3. Platyhelminthes dibagi menjadi 3 kelas, yaitu Turbellaria (cacing berbulu getar), Trematoda (cacing hati), dan Cestoda (cacing pita).
4. Annelida dibagi menjadi 3 kelas, yaitu Polychaeta atau cacing berambut banyak, Oligochaeta atau cacing berambut sedikit dan Hirudinae.
5. Mollusca atau hewan bertubuh lunak dibedakan menjadi 5 kelas, yaitu Amphineura, Gastropoda atau hewan yang berjalan dengan perut, Scaphopoda, Bivalvia (hewan yang memiliki sepasang cangkang), dan Cephalopoda (hewan yang kakinya di kepala).
6. Serangga mengalami 2 macam metamorfosis, yaitu:
  - a. Metamorfosis sempurna  
Telur → larva (ulat) → pupa → imago (hewan dewasa)
  - b. Metamorfosis tak sempurna  
Telur → nimfa → (hewan muda) → imago (dewasa)





## Evaluasi

**A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!**

1. Hewan yang memiliki ciri-ciri tubuh multiseluler, tidak memiliki anus, memiliki lengan atau tentakel, dan dapat bereproduksi dengan tunas. Kemungkinan hewan tersebut adalah ....
  - a. Coelenterata
  - b. Protozoa
  - c. Porifera
  - d. Plathyhelminthes
  - e. Hydra
2. Fungsi koanosit atau sel leher pada Porifera adalah ....
  - a. mengedarkan sari makanan
  - b. berkembangbiakan
  - c. membentuk spikula
  - d. mencerna makanan
  - e. jalan masuknya air
3. Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu hasil aktivitas dari berbagai macam organisme terutama ....
  - a. Porifera
  - b. Echinodermata
  - c. Coelenterata
  - d. Molusca
  - e. Chordata
4. Hewan berikut ini yang dapat berkembang biak secara generatif dan vegetatif adalah ....
  - a. *Lumbricus terrestris*
  - b. *Planaria*
  - c. *Ascaris sp*
  - d. *Cestoda*
  - e. *Fasciola hepatica*
5. Infeksi cacing *Taenia saginata* terjadi jika dalam daging ada ....
  - a. proglotid
  - b. heksakan
  - c. metaserkaria
  - d. sistiserkus
  - e. onkosfer

6. Coelenterata termasuk ke dalam golongan hewan diploblastik yaitu memiliki dua lapisan . . . .
  - a. ektodermis dan mesoglea
  - b. epidermis dan mesoglea
  - c. ektodermis dan mesodermis
  - d. epidermis dan endodermis
  - e. ektodermis dan endodermis
7. Makan sayuran yang tidak dimasak sempurna berisiko terinfeksi . . . .
  - a. *Ascaris lumbricoides*
  - b. *Wuchereria bancrofti*
  - c. *Taenia solium*
  - d. *Taenia saginata*
  - e. *Fasciola hepatica*
8. Filum Anellida dibedakan menjadi 3 kelas, yaitu . . . .
  - a. Turbellaria, Cestoda, Hirudinae
  - b. Trematoda, Polychaeta, Oligochaeta
  - c. Cestoda, Oligochaeta, Hirudinae
  - d. Turbellaria, Trematoda, Cestoda
  - e. Polychaeta, Oligochaeta, Hirudinae
9. Bagian cangkang pada kerang mutiara yang mengandung  $\text{CaCO}_3$  adalah . . . .
  - a. prisma
  - b. umbo
  - c. periostrakum
  - d. nakreas
  - e. mantel
10. Alat keseimbangan yang dimiliki udang disebut . . . .
  - a. klitelum
  - b. statocist
  - c. rostrum
  - d. ekskresi
  - e. ventrikulus
11. Fungsi dari kaki ambulakral pada Echinodermata adalah sebagai . . . .
  - a. alat gerak
  - b. reproduksi
  - c. mencerna makanan
  - d. ekskresi
  - e. regulasi
12. Alat ekskresi pada Insekta adalah . . . .
  - a. badan malpighi
  - b. nefridia
  - c. sel api
  - d. trachea
  - e. spirakel

13. Urutan metamorfosis sempurna pada Insekta adalah . . .
- nimfa, pupa, imago, telur
  - imago, telur, larva, pupa
  - telur, larva, pupa, imago
  - pupa, larva, imago, telur
  - telur, larva, imago, pupa
14. Peranannya selain sebagai bahan makanan, juga bisa sebagai pembersih laut. Hewan ini adalah . . .
- bintang ular laut
  - bintang laut
  - landak laut
  - teripang
  - lilia laut
15. Fungsi ovopositor pada belalang adalah . . .
- alat indra
  - alat kopulasi
  - alat urogenital
  - pembuat sel telur
  - meletakkan telur

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

- Jelaskan tiga tipe saluran air pada Porifera!
- Sebutkan bagaimana cara pencegahan dan pengobatan penyakit cacangan!
- Jelaskan bagaimana proses pembentukan mutiara pada tiram!
- Jelaskan mekanisme gerak kaki ambulakral pada Echinodermata!
- Sebut dan beri contoh tipe-tipe mulut pada serangga!

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **semangat kewirausahaan, etos kerja, kreativitas**, dan mengembangkan **kecakapan sosial, wawasan kebinekaan**, serta menambah **wawasan kontekstual** kalian!

**Tugas Portofolio**

Pergilah ke laut yang berkarang, amatilah hewan-hewan yang ada di sana! Catatlah hewan apa saja yang termasuk *Porifera*, *Coelenterata*! Catat pula ciri-cirinya! Buatlah laporannya secara berkelompok!

# Evaluasi

## Semester II

**A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!**

1. Keanekaragaman makhluk hidup merupakan ungkapan pernyataan terdapatnya berbagai macam keragaman bentuk, penampilan, jumlah, dan sifat yang terlihat pada berbagai tingkatan persekutuan makhluk hidup, yaitu tingkatan ekosistem, tingkatan jenis, dan tingkatan. . . .
  - a. gen
  - b. kromosom
  - c. DNA
  - d. komunitas
  - e. populasi
2. Di bawah ini adalah manfaat keanekaragaman hayati bagi kehidupan, *kecuali* . . . .
  - a. sebagai sumber pangan, perumahan, dan kesehatan
  - b. sebagai sumber pendapatan
  - c. sebagai sumber plasma nutfah
  - d. manfaat ekologi
  - e. merusak pemandangan alam
3. Menurut Alfred Russel Wallace, Indonesia terbagi menjadi dua zoografi yang dibatasi oleh . . . .
  - a. garis khatulistiwa
  - b. garis Wallace
  - c. garis bujur
  - d. garis lintang
  - e. garis belah
4. Tumbuhan yang mendominasi bioma hutan hujan tropik adalah . . . .
  - a. Malvaceae
  - b. Dipterocarpaceae
  - c. Poaceae
  - d. Zingiberaceae
  - e. Araceae
5. Ditemukannya strobilus yang berbentuk kerucut merupakan ciri dari tumbuhan . . . .
  - a. Gnetales
  - b. Ginkgoales
  - c. Coniferales
  - d. Zingiberales
  - e. Cycadales

6. Dari tumbuhan berikut yang bersifat diesis adalah ....
  - a. bunga mawar
  - b. bunga sepatu
  - c. bunga melati
  - d. bunga salak
  - e. bunga waru
7. Di bawah ini yang termasuk kelompok Musci adalah ....
  - a. *Polytricum commune*
  - b. *Sphagnum squarrosum*
  - c. *Anthoceros leavis*
  - d. *Andrea pterophila*
  - e. *Pogonatum cirhatum*
8. Fungsi rhizoid pada tumbuhan lumut adalah ....
  - a. menyerap air dan zat hara pada daerah sekitarnya
  - b. untuk bernapas
  - c. untuk fotosintesa
  - d. untuk melekat pada substrat dan menyerap air serta zat hara
  - e. untuk asimilasi
9. Anteridium dan arkegonium pada tumbuhan paku dijumpai pada ....
  - a. zigot
  - b. protalium
  - c. tubuh paku
  - d. sorus
  - e. indusium
10. Organisme yang berkembang biak dengan generatif dan pembentukan tunas adalah ....
  - a. Plasmodium
  - b. Amoeba
  - c. Paramecium
  - d. Hydra
  - e. Planaria
11. Sistem gastrovaskuler pada Planaria memiliki persamaan fungsi dengan ....
  - a. saraf
  - b. regulasi
  - c. ekskresi
  - d. pencernaan
  - e. respirasi
12. Jenis cacing yang dijadikan indikator biologis bahwa suatu lingkungan perairan telah tercemar adalah ....
  - a. cacing hati
  - b. planaria
  - c. cacing tanah
  - d. tubifex
  - e. cacing palolo

13. Bebas bergerak karena memiliki tentakel dan berbentuk payung, merupakan ciri-ciri dari Coelenterata yang memiliki tipe tubuh bentuk ....
  - a. polip
  - b. medusa
  - c. sessil
  - d. tabung
  - e. rhagon
14. Fungsi sel amoebid pada Porifera adalah ....
  - a. menangkap makanan
  - b. mencerna makanan dan reproduksi
  - c. mengedarkan makanan dan reproduksi
  - d. pembentuk rangka
  - e. pertahanan diri
15. Darah yang telah diisap oleh lintah tidak mengalami pembekuan karena lintah menghasilkan suatu zat yang disebut sebagai ....
  - a. anastesi
  - b. hemoglobin
  - c. hemosianin
  - d. hirudin
  - e. sporosista
16. Curah hujan 25-50 cm per tahun, hujan turun tidak teratur, dan musim penghujan pendek, serta porositas dan drainase kurang baik. Berdasarkan ciri-ciri tersebut merupakan bioma ....
  - a. gurun
  - b. taiga
  - c. padang rumput
  - d. hutan gugur
  - e. tundra
17. Pertumbuhan populasi dalam ekosistem sangat tergantung pada, *kecuali* ....
  - a. daya biak spesies
  - b. predator
  - c. penyakit
  - d. makanan
  - e. topografi tempat
18. Jika organisme pada tingkat tertentu punah, maka yang paling terpengaruh adalah ....
  - a. produsen
  - b. konsumen
  - c. herbivora
  - d. konsumen di atasnya
  - e. pengurai



19. Secara umum pada piramida ekologi makan didapatkan ....
  - a. konsumen tingkat I lebih banyak daripada produsen
  - b. konsumen tingkat II lebih banyak daripada produsen
  - c. produsen lebih banyak daripada tingkatan yang ada di atasnya
  - d. konsumen tingkat II lebih banyak daripada konsumen tingkat I
  - e. produsen memiliki jumlah yang paling sedikit karena berada pada trofik I
20. Upaya-upaya berikut ini dapat mengurangi adanya lubang ozon yang semakin meluas, *kecuali* ....
  - a. reboisasi
  - b. mengurangi pembakaran hutan
  - c. mengurangi penggunaan BBM sebagai bahan bakar
  - d. pelarangan penggunaan CFC
  - e. pembakaran hutan

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar dan jelas!**

1. Sebutkan kegiatan-kegiatan manusia yang dapat menurunkan dan meningkatkan keanekaragaman hayati!
2. Sebutkan manfaat tumbuhan paku dalam kehidupan sehari-hari!
3. Sebutkan dan jelaskan klasifikasi pada Anellida!
4. Jelaskan perbedaan antara metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna!
5. Jelaskan cara pencegahan dan penanggulangan pencemaran air!

# Evaluasi Akhir

A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, *d*, atau *e*!

- Peranan biologi terhadap ilmu-ilmu lain, yaitu ....
  - rajanya ilmu pengetahuan
  - paling bawah kedudukannya dibanding ilmu-ilmu yang lain
  - sumber atau bagian terpenting, kadangkala pelengkap
  - suplemen yang kurang penting
  - ilmu yang sesekali saja dibutuhkan
- Ciri khas virus yang tidak terdapat pada organisme lain adalah ....
  - memiliki ADN dan ARN
  - bersifat parasitik
  - hanya dapat berbiak dalam sel hidup
  - merupakan organisme satu sel
  - bentuknya beranekaragam
- Pada virus terjadi fase-fase:
  - 1) *Penetrasi*
  - 2) *Adsorpsi*
  - 3) *Perakitan*
  - 4) *Replikasi*Urutan fase lisis yang benar adalah ....
  - 1 - 2 - 3 - 4
  - 2 - 1 - 3 - 4
  - 2 - 1 - 4 - 3
  - 3 - 1 - 4 - 2
  - 3 - 4 - 2 - 1
- Berikut ini adalah beberapa nama alga:
  - 1) *Chlorella*
  - 2) *Turbinaria*
  - 3) *Eucheuma*
  - 4) *Gracilaria*
  - 5) *Spirogyra*
  - 6) *Gelidium*Adapun yang dimanfaatkan sebagai bahan makanan adalah ....
  - 1, 2, 3
  - 1, 3, 4
  - 2, 3, 4
  - 3, 4, 5
  - 3, 4, 6



5. Alasan *Neuspora crassa*, dipakai untuk penelitian genetika adalah . . . .
  - a. spora yang dihasilkan
  - b. hifanya bersekat
  - c. daur hidup seksual sebentar
  - d. mengandung inti haploid
  - e. tubuh buah seperti payung
6. Secara kuantitatif keanekaragaman jenis didefinisikan sebagai . . . .
  - a. variasi organisme yang ada di bumi
  - b. jumlah jenis yang ditemukan pada suatu komunitas
  - c. gabungan antara jumlah jenis dan jumlah individu masing-masing jenis dalam komunitas
  - d. habitat yang beranekaragam yang menghasilkan jenis yang beranekaragam pula
  - e. totalitas variasi gen, jenis, dan ekosistem yang ditemukan di suatu daerah
7. Keanekaragaman hayati mempunyai manfaat keilmuan, maksudnya adalah . . . .
  - a. keanekaragaman hayati merupakan bahan baku industri
  - b. keindahan alam tidak terletak pada keseragaman tetapi pada keanekaragaman
  - c. masing-masing jenis organisme memiliki peranan di dalam ekosistem
  - d. keanekaragaman hayati mungkin saja di masa yang akan datang akan memiliki peranan yang sangat penting
  - e. keanekaragaman hayati merupakan lahan penelitian dan pengembangan ilmu
8. Berikut ini adalah contoh paku peralihan adalah . . . .
  - a. *Lycopodium* atau paku kawat
  - b. *Equisetum debile* atau paku ekor kuda
  - c. *Marsilea crenata* atau semanggi
  - d. *Adiantum cuneatum* atau splir
  - e. *Azolla pinnata* atau paku air
9. Berikut yang merupakan peralihan antara daerah oriental dan Australian adalah . . . .
 

a. Jawa	d. Sulawesi
b. Sumatra	e. Bali
c. Kalimantan	

10. Ditinjau dari jenis spora yang dihasilkan, paku rane (*Sellaginella*) termasuk paku ....
- a. homospora
  - b. isospora
  - c. heterospora
  - d. makrospora
  - e. peralihan
11. Suatu badan tempat terkumpulnya sporangium, dan jika masih muda dilindungi oleh indusium adalah ....
- a. sporofit pada tumbuhan paku
  - b. sporogonium pada tumbuhan lumut
  - c. strobilus pada tumbuhan berbiji terbuka
  - d. sorus pada tumbuhan paku
  - e. makrofil pada tumbuhan paku
12. Pernyataan berikut yang **bukan** merupakan ciri-ciri tumbuhan Angiospermae adalah ....
- a. memiliki bunga sejati
  - b. berakar tunggang atau serabut
  - c. bakal biji terbungkus daun buah
  - d. memiliki strobilus
  - e. memiliki pembuluh angkut
13. Hewan yang memiliki ciri-ciri tubuh multiseluler, tidak memiliki anus, memiliki lengan atau tentakel, dan dapat bereproduksi dengan bertunas. Kemungkinan hewan tersebut adalah ....
- a. Coelenterata
  - b. Protozoa
  - c. Porifera
  - d. Platyhelminthes
  - e. Hydra
14. Pada sayatan melintang cangkang kerang akan didapati lapisan-lapisan yang urutannya dari luar ke dalam adalah ....
- a. nakreas - periostrakum - prismatic
  - b. nakreas - prismatic - periostrakum
  - c. prismatic - nakreas - periostrakum
  - d. periostrakum - prismatic - nakreas
  - e. periostrakum - nakreas - prismatic
15. Bintik mata yang dimiliki Gastropoda berfungsi untuk ....
- a. mengetahui keadaan sekitar
  - b. melihat keadaan sekitar
  - c. sensor gerakan
  - d. mengetahui kedalaman
  - e. membedakan gelap dan terang

16. Darah serangga tidak memiliki pigmen darah untuk mengangkut oksigen, sehingga pengambilan oksigen dilakukan melalui ....
  - a. insang yang ada dari epidermis
  - b. peredaran darah terbuka
  - c. difusi dari udara dalam saluran trakeolus
  - d. gerak dari trakea
  - e. dari penguraian makanan
17. Kemampuan yang dimiliki oleh bintang laut untuk membentuk kembali organ yang putus disebut sebagai ....
  - a. autofage
  - b. autoinfeksi
  - c. autotomi
  - d. mimikri
  - e. kamoflase
18. Nyamuk mempunyai tipe mulut ....
  - a. menggigit
  - b. mengisap
  - c. menggigit dan menjilat
  - d. menggigit dan mengisap
  - e. menusuk dan mengisap
19. Ekosistem darat terbagi atas berbagai macam bioma. Hal ini dikarenakan ....
  - a. perbedaan udara dan jenis tanah
  - b. perbedaan pada garis lintang dan ketinggian
  - c. perbedaan organisme yang mendiami
  - d. persamaan organisme yang mendiami
  - e. persamaan tanah dan organisme
20. Dalam daur materi dalam lingkungan, mikroorganisme berperan ....
  - a. mengubah cahaya menjadi energi kimia
  - b. mengubah zat organik menjadi zat organik
  - c. mengubah zat anorganik menjadi zat organik
  - d. mengubah energi kimia menjadi makanan
  - e. sebagai produsen

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar dan jelas!**

1. Sebutkan dan jelaskan klasifikasi Arthropoda!
2. Jelaskan perbedaan antara metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna!
3. Jelaskan pergiliran keturunan pada tumbuhan lumut!
4. Jelaskan cara penanggulangan pencemaran air, tanah, dan udara!
5. Sebutkan dan jelaskan komponen-komponen penyusun ekosistem!



# Glosarium

**Afotik.** Daerah perairan yang tidak bisa ditembus oleh sinar matahari.

**Ambulakral.** Kaki pembuluh pada Echinodermata.

**Amoebosit.** Sel yang terdapat pada Porifera yang memiliki sifat seperti Amoeba yang berfungsi untuk mengedarkan sari-sari makanan.

**Angiospermae.** Jenis tumbuhan yang pembentukan bijinya berada dalam bakal buah.

**Aselomata.** Kelompok hewan yang tidak memiliki rongga tubuh.

**Asimilasi.** Pengolahan zat pada tumbuhan yang mengandung butir hijau daun dengan pertolongan sinar matahari.

**Askus.** Alat pembentuk spora pada Ascomycotina.

**Basidiofor.** Penghasil basidiospora pada Basidiomycotina.

**Biodiversitas.** Keanekaragaman hayati.

**Biogeografi.** Penyebaran tumbuh-tumbuhan dan binatang secara geografis di muka bumi.

**Biologi.** Cabang ilmu pengetahuan alam (IPA) yang khusus mempelajari tentang makhluk hidup.

**Bioremediasi.** Upaya pemulihan lingkungan yang tercemar dengan memanfaatkan mikroorganisme (jamur dan bakteri).

**Bioteknologi.** Teknologi yang menyangkut jasad hidup.

**Dekomposer.** Organisme yang mampu menguraikan organisme yang telah mati.

**Ekskresi.** Pengeluaran sisa-sisa metabolisme dari dalam tubuh yang sudah tidak berguna bagi tubuh.

**Eksotik.** Memiliki daya tarik khas karena belum banyak dikenal umum.

**Endemik.** Secara tetap terdapat di suatu tempat dan terbatas pada tempat itu.

**Eukariotik.** Organisme tinggi yang sel-selnya mempunyai inti asli.

**Eutrofikasi.** Kondisi perairan yang sangat kaya dengan zat hara.

**Evaporasi.** Proses pengeluaran uap air (penguapan).

**Fotik.** Daerah perairan yang masih bisa ditembus oleh sinar matahari.

**Gametofit.** Generasi penghasil gamet, yaitu anteridium yang menghasilkan spermatozoid dan arkegonium yang menghasilkan ovum.

**Genetika.** Cabang ilmu biologi yang menerangkan sifat turun-temurun/ajaran tentang pewarisan.

**Gymnospermae.** Jenis tumbuhan yang pembentukan bijinya berada di luar tidak dibungkus oleh bakal buah.

**Herbivora.** Organisme pemakan tumbuhan.

**Hifa.** Deretan rantai sel yang membentuk rangkaian berupa benang yang merupakan kesatuan dasar penyusun makhluk hidup.

**Homeostatis.** Kemampuan ekosistem untuk menahan perubahan dalam sistem secara menyeluruh.



**Infiltrasi.** Proses peresapan air ke dalam tanah melalui pori-pori tanah.

**Introduksi.** Memperkenalkan (dalam hal ini memperkenalkan spesies).

**Karnivora.** Organisme pemakan daging.

**Komunitas.** Kelompok organisme (orang dan sebagainya yang hidup dan saling berinteraksi di dalam daerah tertentu).

**Konservasi.** Pemeliharaan dan perlindungan sesuatu secara teratur untuk mencegah kerusakan dan kemusnahan.

**Kormophyta.** Tumbuhan berkormus, yaitu tumbuhan yang sudah memiliki akar, batang, dan daun sejati.

**Madreporit.** Lubang yang dilengkapi dengan saringan sebagai tempat masuknya air laut pada Echinodermata.

**Nimfa.** Hewan muda yang mirip dengan hewan dewasa, namun sebagian organnya belum berkembang biak.

**Nitrifikasi.** Proses pembentukan nitrat yang berasal dari nitrit oleh bakteri nitrat.

**Nitrifikasi.** Proses pembentukan senyawa nitrat oleh bakteri nitrifikasi (nitrit dan nitrat).

**Nitritasi.** Proses pembentukan nitrit yang berasal dari amonia oleh bakteri nitrit.

**Omnivora.** Organisme pemakan segalanya.

**Organisme.** Segala jenis makhluk hidup (tumbuhan, hewan, dan sebagainya).

**Parasit.** Organisme yang merugikan organisme lain.

**Patogen.** Parasit yang mampu menimbulkan penyakit.

**Penetrasi.** Penerobosan, penembusan, perembesan.

**Pestisida.** Zat kimia beracun untuk membunuh hama/racun pembasmi hama.

**Plankton.** Organisme laut (tumbuhan dan hewan) yang sangat halus, kebanyakan mikroskopis, melayang di air laut, dan merupakan makanan utama ikan.

**Polutan.** Bahan pencemar atau zat penyebab polusi.

**Proliferasi.** Pemiakan yang subur.

**Pseudoselomata.** Hewan yang memiliki rongga tubuh semu.

**Radula.** Lidah perut, yaitu lidah yang dilengkapi dengan gigi yang tersusun zat kitin pada Mollusca.

**Redusen.** Makhluk yang menyederhanakan sesuatu senyawa yang rumit menjadi sederhana.

**Remidiasi.** Upaya pemulihan lingkungan yang tercemar.

**Rhizoid.** Organ semacam akar yang berfungsi untuk menempel dan menyerap air serta zat hara.

**Saprofit.** Organisme yang hidup dan makan dari bahan organik yang sudah mati atau yang sudah busuk.

**Saprofit.** Organisme yang sumber makanannya berasal dari sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati.

**Sferis.** Bentuk mirip bola.



**Silikat.** Istilah generial untuk senyawa yang mengandung silikon, oksigen, dan beberapa logam.

**Soliter.** Secara menyendiri atau sepasang-sepasang, tidak secara kelompok (tentang pola hidup organisme di alam).

**Spermathophyta.** Tumbuhan yang menghasilkan biji.

**Sporofit.** Generasi penghasil spora.

**Substrat.** Dasar hidup jasad.

**Suksesi.** Proses perubahan ekosistem dalam kurun waktu tertentu menuju ke arah lingkungan yang lebih teratur dan stabil.

**Tentakel.** Alat yang menyerupai tangan, yang berfungsi sebagai peraba atau perangkap, terdapat pada invertebrata.

**Thallophyta.** Tumbuhan yang belum memiliki akar, batang, dan daun yang sesungguhnya.

**Toksin.** Zat racun yang dibentuk dan dikeluarkan oleh organisme.

**Variasi.** Perubahan rupa (bentuk) yang turun-temurun yang disebabkan oleh perubahan lingkungan.

**Zoogeografi.** Penyebaran binatang di muka bumi secara geografis.

## Daftar Pustaka

- Abercrombie M, dkk. 1993. *Kamus Lengkap Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Arthur, Alex. 1992. *Kerang: Seri Eyewitness*. Jakarta: Saksama.
- Astuti Sri Dwi.2000. *Keanekaragaman dan Klasifikasi/Taksonomi Hewan I*. Surakarta: Sebelas Maret University Press.
- David and Jennifer George. 1979. *Marine Life: an Illustrated Encyclopedia of Invertebrata in the Sea*. Melbourne: Lionel Leventhal.
- Depdiknas. 2006. *Kurikulum Berbasis Kompetensi Mata Pelajaran Biologi untuk SMA dan MA*. Pusat Kurikulum Balitbang Departemen Pendidikan Nasional.
- Dwidjoseputro D. 1984. *Biologi 1 untuk SMA*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Dwijosaputro D. 1988. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- D.A. Pratiwi, et.al. 2000. *Biologi SMU Kelas I*. Jakarta: Erlangga.
- Frank B. Salisbury & Cleon W. Ross.1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: ITB Bandung.
- Harliyono.1999. *Biologi Umum I*. Surakarta: Sebelas Maret University Press.
- .1999. *Biologi Umum II*. Surakarta: Sebelas Maret University Press.
- Jasin, Maskoeri. 1984. *Sistematika Hewan Invertebrata dan Vertebrata*. Surabaya: Sinar Wijaya.
- Kimball, John W. 1990. *Biologi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- .1999. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Kuncoro, Eko. 2004. *Akuarium Laut*. Yogyakarta.
- Marsusi.2000. *Keanekaragaman dan Klasifikasi Tumbuhan I (Taksonomi Tumbuhan I)*. Surakarta: Sebelas Maret University Press.
- Prawiro, R.H. 1988 *Ekologi Lingkungan Pencemaran*. Semarang: Satya Wacana.
- Radiosaputro. 1988. *Zoologi*. Jakarta: Erlangga.
- Resosoedarmo, Soedjiran, dkk. 1987. *Pengantar Ekologi*. Bandung: Remadja Karya.
- Slamet Santoro.1999. *Praktikum Keanekaragaman dan Klasifikasi Tumbuhan I*. Surakarta: Sebelas Maret University Press.
- Syamsuri, Istamar, dkk. , 2000. *Biologi 2000, SMU Kelas 1*. Jakarta: Erlangga.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 1989. *Taksonomi Tumbuhan Spermatophyta*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- . 1991. *Taksonomi Tumbuhan Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

# Indeks

## Indeks Kata

### A

Abiogenesis 7  
abiotik 87, 166, 167, 205  
adaptasi 36, 175  
afotik 174  
anatomi 36, 119  
Animalia 3, 4  
anorganik 37, 199, 200, 205, 208  
antibiotik 41, 67  
antikoagulan 140, 142  
Archaeobacteria 34  
asam nukleat 21, 22, 24  
asimilasi 11  
atmosfer 197, 203  
autoinfeksi 140  
autotomi 153  
autotrof 37, 166

### B

Bakteriophage 22, 23, 25  
basidiokarp 68, 70  
biodiversitas 95  
biofisika 3  
bioindikator 134  
biokimia 3, 207  
biologi 3, 13, 14, 207  
bioma 12, 166, 171  
bioremediasi 200  
biosfer 166  
biota 207  
biotik 86, 166, 205  
blooming 201

### C

Chorda dorsalis 155  
cilia 53

### D

Daur biogeokimia 189, 204  
daur ulang 209  
dekomposer 167, 190  
denitrifikasi 190  
difusi 134, 138, 142, 146  
diploid 66, 67  
drainase 172

### E

Efek rumah kaca 203  
ekologi 12, 14, 185  
ekosistem 12, 86, 87, 96, 101, 111, 166,  
167, 170, 171, 173, 188, 191, 205, 208  
ekskresi 134, 141, 143, 146, 148, 149, 191  
eksoskeleton 146  
endemik 96, 98, 99  
enzim 36  
epidermis 113  
epifit 55  
erosi 190  
estuari 177  
Eubacteria 3, 4, 35  
eukariotik 36, 51  
eutrofikasi 199, 201  
evolusi 5, 13, 85, 97

### F

Fauna 96, 199  
fertilisasi 110, 156, 157  
filamen 34, 56  
fisiologi 13, 33  
fitoplankton 56  
flagela 127  
flame cell 135  
floem 109, 112, 116, 119  
flora 96, 199, 205



fotik 174  
fotosintesis 9, 10, 11, 112, 113, 166, 174, 205  
fragmentasi 55, 56, 70, 135  
fungi 3, 4

## G

Gamet 114  
gametofit 109, 110, 114  
ganglion 135, 141, 148  
gemmae 110, 112  
gen 21, 101  
generatif 36, 51, 67, 117, 127, 128, 131, 135, 153  
genetik 83, 85, 95

## H

Habitat 56, 112, 127, 147, 156, 175  
haploid 65, 68, 70  
herbivora 167, 186, 187  
hermafrodit 132, 135, 142, 144  
heterotrof 166, 191  
hidrologi 205  
hifa 65, 66, 67, 68, 70, 72  
homeostatis 169  
homoiterm 157  
hospes 52, 136

## I

Inang 145  
infeksi 24  
inokulasi 201  
interaksi 83

## J

Jaringan 9, 10, 51, 165

## K

Kambium 119  
karnivora 134, 167, 186, 187  
keanekaragaman 83, 86, 88, 95  
kelopak bunga 117  
kingdom 3  
kitin 58  
klorofil 52, 54, 56, 109, 166, 168  
klorosis 168  
koanosit 127  
koloni 56  
komunitas 9, 12, 86, 165, 170, 175, 187

konjugasi 40, 51, 53, 55, 67  
konservasi 102  
konsumen 166, 185, 186  
kosmopolit 143, 149

## L

Limbah 200, 206, 208  
lipoprotein 8

## M

Mahkota bunga 117  
medusa 131, 132  
meiosis 66, 68, 70  
mesenkim 127  
metabolisme 168, 185  
metagenesis 110, 113, 114  
metamorfosis 149  
mikoriza 72  
mikroskop 6, 7  
miselium 68, 69, 71  
monokotil 119  
morfologi 3, 13, 33, 116

## N

Navicula 57  
nematosit 137  
netralisme 169  
nitrifikasi 190  
nutfah 95  
nutrien 201

## O

Omnivora 147  
organ 10, 11, 116, 165  
organel 8, 36  
organik 167, 199, 200, 205, 208  
organisme 21, 33, 37, 85, 101, 165, 167, 185, 186, 187, 188, 190  
oskulum 127, 129  
ostium 129  
ovum 110, 114, 144, 146

## P

Parasit 21, 23, 37, 51, 54, 135, 136, 145, 185, 186  
patogen 37, 40  
pemuliaan 95, 101  
pencemaran 199, 200, 201, 202, 204, 206  
pestisida 199, 200, 201, 204, 205

pinakosit 127  
Pinnularia 57  
plankton 57, 132, 175  
Plantae 3, 4, 107  
plasma 95  
plasma nutfah 102  
poikiloterm 156, 157  
polip 131  
polusi 101, 201, 204  
polutan 201  
populasi 12, 165, 205  
presipitasi 192  
produsen 136, 185, 187, 205  
proglotid 136  
prokariotik 3, 34, 36  
proliferasi 24  
Protista 3, 4, 58  
pseudopodia 51  
pseudoselomata 138  
putik 117

## R

Rantai makanan 186  
reboisasi 101, 206  
respirasi 8, 11, 36, 142, 143, 148, 191  
rhizoid 65, 109

## S

Salinitas 177  
saprofit 37, 65, 185, 186  
satwa 97  
sel 7, 56, 95, 165  
seleksi alam 97  
simbiosis 71, 169  
sistem gastrovaskuler 131  
sistem klasifikasi 3, 34  
sperma 144, 146

## Indeks Pengarang

Agus Rachmat 96  
Frank B. Salisbury & Cleon W. Ross 33  
Harliyono 5, 9, 192  
Marsusi 65  
Slamet Santosa 71  
Sastrapraja 96  
Sri Dwi Astuti 128

spesies 96, 97, 101  
spora 65, 67, 70, 110, 113, 114  
sporofil 113  
sporofit 110, 113, 114  
sporulasi 54  
stigma 56, 135, 147  
strobilus 116  
substrat 127, 170

## T

Taksonomi 86  
tentakel 131, 145, 156  
toksin 40  
trofik 187, 188  
tropofil 113

## V

Vaksin 27  
variasi 88  
varietas 101  
vegetasi 96  
vegetatif 11, 51, 58, 70, 127, 128, 131  
virus 21, 22, 23, 24, 26, 27

## W

Wilayah Australian 97  
wilayah Malesiana 98  
wilayah oriental 97  
wilayah peralihan 98

## X

Xylem 109, 116, 119

## Z

Zat anastesi 142  
zigot 40, 58, 67, 110, 114

# Kunci

## Panduan Pembelajaran Biologi X SMA/MA

### Bab I Biologi bagi Kehidupan

#### A. Pilihan Ganda

1. c
3. d
5. c
7. e
9. b

#### B. Uraian

5. a. Botani adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari tumbuhan
- b. Bioma adalah suatu masyarakat umum dari kehidupan organisasi yang mencapai klimaks dalam suatu wilayah di permukaan bumi ini, seperti tundra, savana, gurun, dan hutan
- c. Floem adalah jaringan pada tumbuhan yang mengangkut hasil fotosintesis ke seluruh tubuh
- d. Ribosom adalah organel sel sebagai tempat terjadinya sintesis protein
- e. Organ merupakan struktur tubuh yang kompleks yang terdiri dari kumpulan jaringan.

### Bab II Virus

#### A. Pilihan Ganda

1. e
3. e
5. e
7. e
9. c

#### B. Uraian

5. a. Daur litik dengan tahapan:
  - 1) fase absorpsi
  - 2) fase injeksi
  - 3) fase sintesis
  - 4) fase perakitan
  5. fase lisis
- b. Daur lisogenik dengan tahapan:
  - 1) fase absorpsi
  - 2) fase injeksi

- 3) fase penggabungan
- 4) fase pembelahan
- 5) fase sintesis
- 6) fase perakitan
- 7) fase litik

### Bab III Archaeobacteria dan Eubacteria

#### A. Pilihan Ganda

1. a
3. b
5. e
7. c
9. a

#### B. Uraian

5. Peranan bakteri bagi kehidupan:
  - 1) Bermanfaat dalam produksi makanan.
  - 2) Menghasilkan antibiotik
  - 3) Bermanfaat dalam menyuburkan tanah

### Bab IV Protista

#### A. Pilihan Ganda

1. e
3. d
5. a
7. c
9. c

#### B. Uraian

5. a) Mycomycota (jamur lendir)
  - 1) Habitat di hutan basah, batang kayu yang membusuk, sampah, basah, dan tanah yang lembap
  - 2) Fase vegetatif berbentuk seperti lendir
  - 3) Sifat seperti Amoeba, reproduksi mirip jamur
- b) Oomycota (jamur air)
  - 1) Tidak berklorofil
  - 2) Hifa tidak bersekat, intinya banyak
  - 3) Dinding sel berupa selulose

- 4) Reproduksi aseksual dengan zoospora dan seksual menghasilkan zigot.

## Bab V Fungi

### A. Pilihan Ganda

1. b
3. a
5. a
7. b
9. a

### B. Uraian

5. Manfaat jamur bagi kehidupan manusia
  - 1) Sebagai bahan makanan (misalnya jamur merang, jamur kuping)
  - 2) Sebagai bahan obat-obatan (misalnya *Penicillium notatum*)
  - 3) Bermanfaat dalam bidang industri (untuk memproduksi makanan dan minuman hasil fermentasi)

## Evaluasi Semester I

### A. Pilihan Ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. d | 11. e |
| 3. b | 13. e |
| 5. d | 15. e |
| 7. c | 17. a |
| 9. d | 19. a |

### B. Uraian

5. 1) *Sacharomyces cereviceae* untuk pembuatan roti
- 2) *Penicillium chrysogenum*, untuk pembuatan antibiotik pinisilin
- 3) *Penicillium notatum*, untuk pembuatan antibiotik pinisilin
- 4) *Neurospora sitophilla*, untuk pembuatan oncom
- 5) *Neurospora crassa*, untuk penelitian genetika

## Bab VI Tingkat Keanekaragaman dalam Kehidupan

### A. Pilihan Ganda

1. c
3. a
5. c
7. b
9. b

### B. Uraian

5. a. Plasma nutfah adalah kisaran keanekaragaman genetika yang menyangkut individu-individu liar sampai bibit unggul yang ada pada masa kini. Manusia memanfaatkan plasma nutfah sebagai bahan baku untuk pemuliaan tanaman dan hewan
- b. Komunitas adalah populasi semua macam spesies yang menduduki suatu habitat
- c. Ekosistem adalah sistem yang dibentuk di suatu daerah di mana komponen makhluk hidup dengan lingkungannya terdapat hubungan timbal balik atau saling memengaruhi atau sebagai satu kesatuan yang utuh

## Bab VII Biodiversitas di Indonesia

### A. Pilihan Ganda

1. c
3. a
5. d
7. d
9. a

### B. Uraian

5. a Contoh hewan langka, di antaranya harimau jawa, komodo, banteng, cendrawasih, burung maleo
- b. Contoh tumbuhan langka, di antaranya bedah, kepuh, burung nangka celeng, mundu, sawo kecil

## Bab VIII Plantae

### A. Pilihan Ganda

1. d
3. b
5. c
7. b
9. a

### B. Uraian

5. Tumbuhan melinjo dan pinus dikatakan sebagai tumbuhan berumah dua karena bunga jantan dan bunga betina berada pada tanaman yang berlainan.

## Bab IX Animalia

### A. Pilihan Ganda

1. e
3. c
5. e
7. a
9. a

### B. Uraian

5. Tipe-tipe mulut pada serangga
  - 1) tipe orthopteran, contoh belalang
  - 2) tipe hemipteran, contoh wereng
  - 3) tipe anopluran, contoh kutu penghisap darah
  - 4) tipe dipteran, contoh nyamuk
  - 5) tipe hymenopteran, contoh lebah
  - 6) tipe lepidopteron, contoh kupu-kupu

## Bab X Ekosistem

### A. Pilihan Ganda

1. e
3. a
5. d
7. b
9. c

### B. Uraian

5. Homeostatis merupakan kemampuan ekosistem untuk

dapat menahan berbagai perubahan dalam sistem menyeluruh

## Bab XI Aliran Energi dan Daur Biogeokimia

### A. Pilihan Ganda

1. b
3. d
5. c
7. d
9. e

### B. Uraian

5. a. Nitrifikasi adalah proses perubahan amonia menjadi nitrit dan nitrat dengan bantuan bakteri
- b. Trofik adalah tingkatan-tingkatan organisme dalam kelompok ekologis yang terlibat dalam rantai makanan
- c. Daur biogeokimia merupakan daur unsur-unsur seperti karbon, nitrogen, fosfor, belerang, hidrogen, dan oksigen (senyawa kimia) melalui komponen abiotik dan biotik
- d. Hujan asam terjadi karena gas  $\text{SO}_2$  yang bereaksi dengan uap air di udara akan menimbulkan hujan asam, sehingga menimbulkan pencemaran.

## Bab XII Pencemaran Lingkungan

### A. Pilihan Ganda

1. c
3. d
5. b
7. a
9. e

### B. Uraian

5. a. Bioremediasi adalah proses pembersihan pencemaran



- dengan menggunakan mikroorganisme (jamur, bakteri)
- b. COD adalah kadar oksigen yang terlarut dalam air
  - c. BOD adalah kadar oksigen yang terlarut dalam air yang telah digunakan oleh mikroorganisme
  - d. Polusi adalah pencemaran/kontaminasi ekosistem alami yang disebabkan adanya kegiatan manusia.
  - e. Polutan adalah bahan yang menyebabkan polusi

### Evaluasi Semester II

#### A. Pilihan Ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. a | 11. d |
| 3. b | 13. b |
| 5. c | 15. a |
| 7. b | 17. e |
| 9. b | 19. c |

#### B. Uraian

5. Cara pencegahan dan penanggulangan pencemaran air dapat dilakukan sebagai berikut:
  - 1) Cara pemakaian pestisida sesuai aturan yang ada
  - 2) Sisa air buangan pabrik dinetralkan lebih dahulu sebelum dibuang ke sungai

- 3) Pembuangan air limbah pabrik tidak boleh melalui daerah pemukiman penduduk
- 4) Setiap rumah hendaknya membuat septik tank yang baik

### Evaluasi Akhir Tahun

#### A. Pilihan Ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. c | 11. d |
| 3. b | 13. e |
| 5. c | 15. e |
| 7. e | 17. c |
| 9. d | 19. b |

#### B. Uraian

5. Komponen-komponen penyusun ekosistem
  - 1) Komponen biotik  
Merupakan komponen yang terdiri atas makhluk hidup, yang meliputi produsen, konsumen (herbivora, karnivora, omnivora) dan pengurai
  - 2) Komponen abiotik  
Merupakan komponen yang terdiri atas benda-benda mati, antara lain oksigen, kelembapan, suhu, air, garam mineral, cahaya matahari, dan pH tanah.

[illegible]





Panduan Pembelajaran

# Biologi

Untuk SMA & MA



ISBN 978-979-068-136-1 (no jld lengkap)  
ISBN 978-979-068-137-8

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007 Tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp12.628,-

Diunduh dari [BSE.Mahoni.com](http://BSE.Mahoni.com)